

Autonomes Fahren

Individuelle und gesellschaftliche Aspekte der Akzeptanz

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)
im Fach Geographie

eingereicht an der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Humboldt-Universität zu Berlin

von

Eva Fraedrich, M.A.

Präsidentin der Humboldt-Universität zu Berlin:
Prof. Dr. Ing. Dr. Sabine Kunst

Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät:
Prof. Dr. Elmar Kulke

GutachterInnen:

1. Prof. Dr. Barbara Lenz
2. Prof. Dr. Armin Grunwald
3. Prof. Dr. Sven Kesselring

Tag der mündlichen Prüfung:

29. November 2017

“Damit ihr Handeln erklärt werden kann, soll die Wirklichkeit der Menschen aus der Perspektive der Handelnden verstanden werden.“

(Knoblauch 1996, in Anlehnung an Malinowski 1922)

Zusammenfassung

Autonomes Fahren erfährt in jüngerer Zeit eine wachsende öffentliche Aufmerksamkeit, wenngleich ein Straßenverkehr mit vollautomatisierten Fahrzeugen noch ein Zukunftsszenario darstellt. Die Technik könnte Autonutzung und -besitz grundlegend verändern – mit erheblichen Auswirkungen auf die Art und Weise, wie individuell und gesellschaftlich mit dem Automobil umgegangen wird, wie Mobilität und Verkehr künftig organisiert und wie städtebauliche und Verkehrsinfrastrukturen gestaltet werden. Ziel der Arbeit ist es, zu einer frühzeitigen und umfassenden Auseinandersetzung mit dem autonomen Fahren aus empirisch-sozialwissenschaftlicher Sicht beizutragen, um damit wesentliche Einflussfaktoren und Dynamiken der Technikentwicklung zu identifizieren und diese gestaltend begleiten zu können.

Das kumulative Dissertationsprojekt befasst sich in diesem Zusammenhang mit der Akzeptanz autonomen Fahrens. Insbesondere bei technologiebasierter Entwicklung ist eine Vorhersage von möglichen Entwicklungspfaden schwierig, und Akzeptanz gilt vor diesem Hintergrund als Schlüsselfaktor für eine erfolgreiche Produkteinführung. Sie vollzieht sich im Rahmen von soziotechnischen Konstruktions- und Veränderungsprozessen und ist abhängig von Personen, deren Einstellungen, Erwartungen und Handlungen, ihrer Umwelt, ihrer Werte- und Normrahmungen aber auch von Veränderungen im Laufe der Zeit. Die Wahrnehmungen, Bewertungen und Kontextualisierungen zum autonomen Fahren aus der Sicht von VerkehrsteilnehmerInnen und potenziellen künftigen NutzerInnen werden in der Debatte um autonomes Fahren derzeit noch wenig beachtet, obwohl sie im Zusammenhang mit der Akzeptanz der Technik zentral sind.

Verschiedene qualitative Methoden bilden die Grundlage für eine erste Exploration und Strukturierung des noch wenig bekannten Untersuchungsgegenstands. Dabei wurden die Methoden gegenstandsbezogen eingesetzt und zugrundeliegende Theorien und Methodologien mitberücksichtigt. Das methodische Instrumentarium der Verkehrs- und Mobilitätsforschung pluralisiert sich zwar zunehmend, die Erkenntnisse verbleiben dabei aber häufig auf einer deskriptiven Ebene. Dieses Desiderat greift die vorliegende Promotionsschrift auf.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Arbeit, dass die künftige Akzeptanz des autonomen Fahrens wesentlich vom Zusammenspiel individueller und gesellschaftlicher Einflussfaktoren abhängt – die nicht alleine über Einstellungsparameter erfasst werden können. Vielmehr lassen sich diese erst vor dem Hintergrund von handlungsleitenden, kollektiven Orientierungen zu aktuellen Autonutzungspraktiken verstehen. Gleichzeitig ist ein konsistenter, in sich geschlossener Entwicklungspfad zum autonomen Fahren derzeit noch nicht absehbar. Auf der einen Seite sind Entwicklungen möglich, die das System der Mobilität grundlegend verändern könnten, sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite. Auf der anderen Seite sind aber auch Veränderungen denkbar, die das bestehende System eher ergänzen, als es radikal zu transformieren. Vor diesem Hintergrund ergeben sich je spezifische Implikationen für die weitere Forschung, die in der Arbeit diskutiert werden.

Executive Summary

Autonomous driving has increasingly raised public attention, even though a transport system with fully automated vehicles currently remains a future vision. The technology could fundamentally transform car use and ownership and considerably change the way how we interact with the automobile, how mobility and transport are organized in the future and how urban and transportation infrastructures are designed. The objective of this study is to engage empirical, social sciences in a timely and comprehensive debate on autonomous driving, so the key factors and dynamics of this technological development can be identified and shaped.

The cumulative dissertation addresses individual and societal aspects of acceptance of autonomous driving. Forecasting development trajectories of technology-based developments proves especially difficult, and acceptance is thought to be a key factor for a successful product implementation. Acceptance takes place in the context of sociotechnical construction and transformation processes; it is dependent on individuals, their attitudes, expectations and actions, their environment, their value- and norm-framing, and on changes over time. User perception, evaluation and contextualization in relation to autonomous driving have largely gone unheeded, even though they are deemed central to technology acceptance.

A set of distinct qualitative methods served to explore and structure a research topic little known to date. The methods specifically intended to relate to the research objects, taking into account underlying theories and methodologies. While the methodological instruments within transport and mobilities research have increasingly differentiated, most of the findings rather remain descriptive. The dissertation at hand addresses this desideratum.

In sum, the results indicate that acceptance of autonomous driving fundamentally relies on the interaction of individual and societal factors that cannot be determined through attitudinal parameters only. They are better understood against the background of implicit and habitual orientations towards current car use and ownership practices. At the same time, the studies have shown that a consistent and determined development path cannot be predicted yet. While there are chances for the mobility system to undergo a fundamental transformation with the implementation of autonomous vehicles – on both supply and demand sides – potential changes could also rather complement the existing system. Specific implications for future research will be discussed in the thesis.

Überblick über die Arbeit

| | | |
|-----------|--|------------|
| | Zusammenfassung | I |
| | Executive Summary..... | II |
| 1 | EINLEITUNG | 1 |
| 2 | AUTONOMES FAHREN | 8 |
| 3 | (TECHNIK)AKZEPTANZ | 14 |
| 4 | FORSCHUNGSDESIGN UND METHODIK | 21 |
| 5 | OPERATIONALISIERUNG DER HAUPTFRAGESTELLUNG | 26 |
| 6 | OBJEKT | 27 |
| | Automated Driving – individual and societal aspects | 29 |
| 7 | KONTEXT | 48 |
| | Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility | 50 |
| 8 | SUBJEKT | 72 |
| | How collective frames of orientation towards automobile practices provide hints for a future with autonomous vehicles. | 74 |
| 9 | ZUSAMMENFASSUNG DER ZENTRALEN ERKENNTNISSE | 97 |
| 10 | DISKUSSION UND AUSBLICK | 102 |
| 11 | LITERATUR | 113 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| | Zusammenfassung | I |
| | Executive Summary..... | II |
| | Liste der Abbildungen | VII |
| | Liste der Tabellen | VIII |
| | Liste der Abkürzungen und Akronyme | IX |
| 1 | EINLEITUNG | 1 |
| | 1.1 Inhalte, Ziele und Aufbau der Arbeit | 4 |
| 2 | AUTONOMES FAHREN | 8 |
| | 2.1 Aktuelle Entwicklungen zum autonomen Fahren | 10 |
| | 2.1.1 Technik | 10 |
| | 2.1.2 Recht | 10 |
| | 2.1.3 Politik | 11 |
| | 2.1.4 Markt | 12 |
| | 2.1.5 Kommunen | 12 |
| 3 | (TECHNIK)AKZEPTANZ | 14 |
| | 3.1 Akzeptanz erforschen | 16 |
| | 3.1.1 Akzeptanzobjekt | 18 |
| | 3.1.2 Akzeptanzkontext | 19 |
| | 3.1.3 Akzeptanzsubjekt | 19 |
| | 3.2 Schlussfolgerungen | 20 |
| 4 | FORSCHUNGSDESIGN UND METHODIK | 21 |
| | 4.1 Methodentriangulation zur Erforschung von Akzeptanz autonomen Fahrens | 22 |
| | 4.1.1 Explorationsstudie unter Verwendung der Qualitativen Inhaltsanalyse | 24 |
| | 4.1.2 Erfassung von soziotechnischen Veränderungsprozessen mit der Multi-Level-Perspektive | 24 |
| | 4.1.3 Erfassung von handlungsleitenden Orientierungen zu bestehenden Mobilitätspraktiken mit Gruppendiskussionen | 24 |
| 5 | OPERATIONALISIERUNG DER HAUPTFRAGESTELLUNG | 26 |
| 6 | OBJEKT | 27 |
| | 6.1 Automated Driving – individual and societal aspects | 29 |
| | 6.1.1 Introduction | 31 |
| | 6.1.2 Methodological Approach | 32 |
| | 6.1.3 Evaluation | 35 |
| | 6.1.3.1 Perceived Features of Automated Driving and Automated Vehicles | 36 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6.1.3.2 | Liability, Insurance, and Legal Issues | 38 |
| 6.1.3.3 | Development Perspectives of Car Use and Ownership | 39 |
| 6.1.3.4 | Evaluative Attitudes and Expectations | 39 |
| 6.1.3.5 | Motivations for Car Use and Ownership | 40 |
| 6.1.4 | <i>Findings</i> | 40 |
| 6.1.5 | <i>Summary and Conclusion</i> | 42 |
| 6.1.6 | <i>References</i> | 45 |
| 7 | KONTEXT | 48 |
| 7.1 | Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility..... | 50 |
| 7.1.1 | <i>Introduction</i> | 52 |
| 7.1.2 | <i>New technologies in relation to sociotechnical transformation processes</i> | 53 |
| 7.1.3 | <i>The ‘system of automobility’</i> | 55 |
| 7.1.3.1 | Sociotechnical change ahead? | 56 |
| 7.1.4 | <i>Fully automated driving – a vision in motion</i> | 56 |
| 7.1.4.1 | Evolution of the personal automobile | 58 |
| 7.1.4.2 | Revolution of personal mobility | 60 |
| 7.1.4.3 | Transformation of personal mobility | 61 |
| 7.1.5 | <i>Conclusion</i> | 63 |
| 7.1.6 | <i>Outlook</i> | 63 |
| 7.1.7 | <i>References</i> | 65 |
| 8 | SUBJEKT | 72 |
| 8.1 | How collective frames of orientation towards automobile practices provide hints for a future with autonomous vehicles..... | 74 |
| 8.1.1 | <i>Introduction</i> | 76 |
| 8.1.2 | <i>Trends in Research on Car Use and Ownership – understanding Action, Social Order and Change</i> | 78 |
| 8.1.3 | <i>Methodology</i> | 80 |
| 8.1.3.1 | Group Discussions as a Method to reveal Frames of Orientation..... | 80 |
| 8.1.3.2 | Realization of Group Discussions – a mixed Method Design | 82 |
| 8.1.4 | <i>Frames of Orientation towards Car Use and Ownership – Results of three Group Discussions</i> | 83 |
| 8.1.4.1 | Case Study 1 – “Moments that we had to ourselves” and other Coming-of-Age Anecdotes ... | 83 |
| 8.1.4.2 | Case Study 2 – “The People have to be virtually rationalized” and other Considerations on a better Life..... | 85 |
| 8.1.4.3 | Case Study 3 – Engaging in a “Relationship with the Car” and other Feelings towards the Automobile | 86 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 8.1.5 | <i>Comparing the three Case studies: What do the Results of the Cases bring to the Fore?</i> | 88 |
| 8.1.6 | <i>Lessons learnt from the Group Discussions for Acceptance and Adoption Processes of Autonomous Driving</i> | 89 |
| 8.1.7 | <i>Outlook</i> | 90 |
| 8.1.8 | <i>References</i> | 92 |
| 9 | ZUSAMMENFASSUNG DER ZENTRALEN ERKENNTNISSE | 97 |
| 10 | DISKUSSION UND AUSBLICK | 102 |
| 10.1 | Einbettung der Ergebnisse in die Theorie- und Methodendiskussion zur Akzeptanz | 102 |
| 10.1.1 | <i>Entwicklung von Leitbildern zum autonomen Fahren</i> | 103 |
| 10.2 | Implikationen für künftige Untersuchungen zum autonomen Fahren im Kontext von Verkehrs- und Mobilitätsforschung | 104 |
| 10.3 | Integrierter Methodenmix im Zusammenhang mit soziotechnischen Transformationsprozessen und Systeminnovationen | 108 |
| 10.4 | Künftige Forschung zum autonomen Fahren unter Berücksichtigung von Raumstrukturen..... | 110 |
| 11 | LITERATUR | 113 |
| | Eidesstattliche Erklärung..... | X |

Liste der Abbildungen

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Automatisierungsgrade des automatisierten Fahrens | 9 |
| Abbildung 2: Akzeptanzsubjekt, -objekt und -kontext | 18 |
| Figure 1: Qualitative research design | 33 |
| Figure 2: General model of content analysis procedure | 34 |
| Figure 3: Multi-level perspective on automobility | 54 |
| Figure 4: Overview of the three primary deployment scenarios for fully automated driving.. | 58 |

Liste der Tabellen

| | |
|--|----|
| Table 1: Findings in quantitative percentage overview..... | 42 |
|--|----|

Liste der Abkürzungen und Akronyme

| | |
|-----------------|--|
| a.D. | außer Dienst |
| AMOD | Automated mobility on-demand |
| Aufl. | Auflage |
| BGBI. | Bundesgesetzblatt |
| BMVI | Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur |
| CO ₂ | Kohlendioxid |
| ders. | derselbe |
| DOI | Diffusion of Innovation Theory |
| et al. | et altere (und andere) |
| FAZ | Frankfurter Allgemeine Zeitung |
| f. | folgend |
| ff. | und die folgenden |
| ibid. | ibidem (ebenda) |
| i.E. | im Erscheinen |
| i.O. | im Original |
| MLP | Multi-Level-Perspective |
| NHTSA | National Highway Traffic Safety Administration |
| o.A. | ohne Angabe |
| o.S. | ohne Seitenangabe |
| R&D | Research and development |
| SAE | Society of Automotive Engineers |
| TAM | Technology Acceptance Model |
| TPB | Theory of Planned Behavior |
| TRA | Theory of Reasoned Action |
| TTM | Technology Transition Model |
| U.S. | United States of America |
| Use case | Anwendungsfall (des automatisierten Fahrens) |
| VDA | Verband der Automobilindustrie e.V. |
| vgl. | vergleiche |
| z.B. | zum Beispiel |

1 Einleitung

Im Zusammenhang mit „autonomen“, „vollautomatisierten“, „pilotierten“, „selbstfahrenden“ oder „fahrerlosen“ Fahrzeugen wird schon seit einigen Jahren häufig von „einem radikalen Wandel“ (Knop 2016), „einer weiteren mobilen Revolution“ (Minx und Dietrich 2015: V), einem „disruptiven Technologiewandel“ (Bratzel 2015) oder „eine[r] neue[n] Ära“ (Priemer 2014) geschrieben, der bzw. die mit der Markteinführung von automatisierten Fahrzeugen einhergehen könnte und wahlweise die Automobilbranche, unsere Autonutzung, die Mobilität und „die gesamte Gesellschaft“ (Brauck et al. 2016) transformieren werden. Über spezielle computergestützte Systeme sollen Straßenfahrzeuge künftig in der Lage sein, ohne menschliche Unterstützung die komplette Navigation, Längs- und Querführung eigenständig auszuführen (Gasser et al. 2012, VDA 2015, SAE 2014, NHTSA 2013).

Parallel zur Arbeit an dieser Promotionsschrift hat das autonome Fahren über die vergangenen fünf bis sechs Jahre in Deutschland – wie auch in anderen westlich geprägten Automobilnationen – einen erheblichen Bedeutungszuwachs innerhalb der medialen, aber auch politischen und wissenschaftlichen Öffentlichkeit erfahren. Mit der ersten Straßenzulassung autonomer Fahrzeuge des Internetdienstleisters Google in den US-Bundesstaaten Nevada (im Mai 2012) und Kalifornien (im September 2012) hat das Thema erstmals in großem Umfang Erwähnung in nahezu allen (über-)regionalen Tageszeitungen erfahren. Heute, fast sechs Jahre später, vergeht kaum mehr ein Tag, an dem nicht über autonomes Fahren berichtet wird. Waren die anfänglichen Beiträge noch überwiegend im Duktus einer nahezu unerschütterlichen Technikeuphorie verfasst (z.B. Wüst 2013, Koch 2012), wird das Thema mittlerweile auch kritischer betrachtet und es werden zunehmend die einem jeden technischen Wandel inhärenten Ambivalenzen in den Blick genommen. Dabei geht es z.B. um die Auseinandersetzung mit Datenschutz und -sicherheit (Rähm 2016), die Wahrung von Verbraucherinteressen gegenüber der Automobilindustrie (Hengstenberg 2017) oder mögliche negative Folgen (Rebound-Effekte) im Zusammenhang mit Verkehrsbelastung und siedlungsstruktureller Ausdehnung (Asendorpf 2015). Die Entwicklung der medialen Berichterstattung zeigt dabei auch, dass autonomes Fahren zunehmend Bestandteil eines gesellschaftlichen Aushandlungsprozesses ist, bei dem Vor- und Nachteile diskutiert, gegeneinander abgewogen und miteinander in Beziehung gesetzt werden. Trotz der beginnenden Diversifizierung des aktuellen (medialen) Diskurses beschränken sich die Betrachtungen allerdings häufig auf die Ebene der Technik und ihre möglichen positiven wie negativen Eigenschaften und Funktionen. Selten werden systemische Implikationen in den Blick genommen und diskutiert. Unsere Gesellschaft wird aber nicht nur durch die Technik beeinflusst und transformiert, sondern auch umgekehrt: Die Gesellschaft verändert die Technik.

Ein Thema, das die öffentliche Auseinandersetzung mit dem autonomen Fahren bereits von Beginn an begleitet, ist die ‚Akzeptanz‘, die häufig über Fragen definiert wird, ob sich die Deutschen z.B. grundsätzlich vorstellen könnten, ein autonomes Auto zu nutzen oder zu kaufen

und falls ja, wieviel sie bereit wären, dafür auszugeben (vgl. Hartmann 2017, Maier 2015, Lübbehüsen 2015). Dabei werden meist Studien von Marktforschungsinstituten oder Unternehmensberatungen zitiert, die wahlweise eine eher ablehnende oder zustimmende Haltung identifiziert haben – ein einheitliches Bild zeigt sich bisher nicht.

Mediendiskurse sagen, für sich betrachtet, noch relativ wenig darüber aus, wie künftige potenzielle NutzerInnen¹ oder die Zivilgesellschaft insgesamt etwas – in diesem Fall autonomes Fahren – wahrnehmen und bewerten (vgl. Hall 1980). Nichtsdestotrotz können aus der Debatte drei wichtige Erkenntnisse gewonnen werden: Die Verschiebung von Themen im Zusammenhang mit dem autonomen Fahren in den letzten Jahren ist erstens ein Hinweis darauf, dass Technik und ihre Bedeutungszuschreibungen einem Wandel der Zeit unterliegen. Das lässt darauf schließen, dass es „das autonome Fahren“ eigentlich nicht gibt, sondern dass Technik immer auch in (zeitliche) Veränderungsprozesse eingebettet ist und seine je spezifische Bedeutung überhaupt erst im Kontext gesellschaftlicher Debatten und Aushandlungsprozesse erlangt. Zweitens macht die häufig einseitige Fokussierung auf die Technik deutlich, dass im derzeitigen öffentlichen Diskurs noch eine Lücke bezüglich einer ganzheitlichen Auseinandersetzung mit dem autonomen Fahren vorherrscht und die Einbettung in ein soziotechnisches System kaum beachtet wird. Dies zeigt sich unter anderem auch in der definitorischen Unschärfe, mit der dem Thema begegnet wird: ob es um „selbstfahrende“, „fahrerlose“ oder „automatisierte“ Fahrzeuge geht, macht durchaus einen Unterschied für mögliche Implikationen in Hinblick auf Potenziale, Risiken und Herausforderungen². Und drittens erscheint der Mensch in der technikzentrierten Debatte um das autonome Fahren vielerorts als ein „Störfaktor“: Häufig wird postuliert, dass die Technik längst bereit für die Markteinführung sei oder diese kurz bevor stünde, während der Mensch sich noch zögerlich verhalte und dem autonomen Fahren skeptisch gegenüberstünde (vgl. Brauck et al. 2016, Doll et al. 2015, Schlott 2015). Insgesamt lässt sich – unter der „Annahme der Zielhaftigkeit des Technikgeneseprozesses“ (Blättel-Mink 2006: 118) – allerdings festhalten, dass die Technik ohne NutzerInnen überhaupt keine Marktreife wird erlangen können, weshalb dem Thema Akzeptanz wohl nicht ganz zu Unrecht ein hoher Stellenwert beigemessen wird.

Eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem autonomen Fahren jenseits von technischen Aspekten findet auch in der wissenschaftlichen Debatte erst allmählich statt (vgl. Kagermann et al. 2017, Trommer et al. 2016, Gasser 2015). Neben Fragen zum künftigen Verkehrsmittelwahlverhalten, zum Einfluss auf Stadt- und Siedlungsstrukturen, zur Anpassung (haftungs-)rechtlicher

¹ In der Arbeit werden für Geschlechtsbezeichnungen Formulierungen und Schreibweisen gebraucht, die explizit das weibliche Geschlecht dort *mitnennen*, wo es *mitgemeint* ist – zum Beispiel in Form von neutralen Bezeichnungen, des sogenannten Binnen-I oder von Partizipien. Dahinter steht die Auffassung, dass die Verwendung generischer Maskulina nicht dazu geeignet erscheinen, männliche und weibliche Geschlechter gleichermaßen zu inkludieren. Vielmehr konnten Studien zeigen, dass Maskulina nicht automatisch dazu führen, generisch interpretiert zu werden und stattdessen häufiger eine spezifisch männliche Geschlechtszuordnung nach sich ziehen (Gygax et al. 2008).

² In Kapitel 7 werden solche möglichen Implikationen in Hinblick auf das soziotechnische System der Automobilität ausführlich diskutiert. Andere AutorInnen haben sich z.B. mit den Wirkungen des autonomen Fahrens auf die Stadtstruktur (Heinrichs 2015), auf das Verkehrsmittelwahlverhalten (Fraedrich et al. 2016, Cyganski 2015), mit Veränderungsprozessen von Geschlechterrollen (Berscheid 2016) oder möglichen Einflüssen auf Klimaschutz und CO₂-Emissionen (e-mobil BW 2015) beschäftigt.

Rahmenbedingungen oder zur Einbettung in kulturelle und ökonomische Systeme rückt auch hier die Akzeptanz der Technik zunehmend in den Fokus. Dahinter steht die Annahme, dass ein Wechsel vom konventionellen zum autonomen Fahren deutliche Veränderungen für alle VerkehrsteilnehmerInnen mit sich bringen würde. In den wenigen existierenden Studien zur Akzeptanz geht es allerdings meist um Einstellungen und Erwartungen künftiger (potenzieller) NutzerInnen (vgl. Kyriakidis et al. 2015, Payre et al. 2014), während Fragen, ob die Gesellschaft insgesamt bereit ist, ein Verkehrssystem mit autonomen Fahrzeugen zu akzeptieren, und wenn ja, unter welchen Voraussetzungen oder mit welchen Folgen dann zu rechnen ist, bisher noch wenig adressiert werden.

Dass autonomes Fahren nicht nur eine Herausforderung vor dem Hintergrund technischer Entwicklungen oder der Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen darstellt, sondern dass auch der Umgang mit der Technik – und damit im weiteren Sinne die Akzeptanz – eine bedeutende Rolle bei einer möglichen erfolgreichen Implementierung in das Verkehrssystem in den Blick genommen werden muss, ist mittlerweile relativ breiter Konsens. Nicht nur im wissenschaftlichen Bereich, sondern auch auf politischer Ebene nimmt Akzeptanz eine Schlüsselrolle ein (Kagermann et al. 2017, Gasser et al. 2015, Khan et al. 2012, Rupp und King 2010). Was aber genau ist ‚Akzeptanz‘? Und wie stehen individuelle (NutzerInnen-)Akzeptanz und gesellschaftliche Akzeptanz miteinander in Beziehung? Was bedeutet ‚Umgang‘ mit der Technik eigentlich? Wer soll damit umgehen, und wie? In welches System, bzw. in welchen Kontext ist autonomes Fahren eingebettet? Wie wird die Technik wahrgenommen, und welche konkrete Bedeutung erfährt sie über diese Wahrnehmung? Welche Funktionen erlangt sie innerhalb des (Verkehrs-)Systems aufgrund der zugeschriebenen Bedeutung?

Der Spiegel orakelte in seiner Titelgeschichte zum autonomen Fahren im Februar 2016, dass „die Abschaffung des Fahrers nicht bloß eine technologische Frage [sei]. Schon gar nicht für die Deutschen“ (Brauck et al. 2016: 13 ff.). Wenngleich dieses Zitat nicht aus der wissenschaftlichen Debatte stammt, fasst es den Kern der Auseinandersetzung um dem ‚Umgang‘ mit der Technik zusammen: Autonomes Fahren könnte die ‚Hegemonie‘ des Autos, wie wir es heute kennen, in Frage stellen. Wie genau das passieren könnte und welche spezifischen Implikationen mit einer solchen Transformation einhergehen würden, ist derzeit noch weitgehend unklar. Unbeantwortet bleibt bislang auch die Frage, was die Menschen heute dazu treibt, ein Auto – „das Alltagsobjekt überhaupt“ (ebenda: 14) – zu nutzen oder es zu besitzen.

Die frühzeitige Einbindung der Akzeptanz-Thematik in die Debatte um autonomes Fahren ist notwendig, auch wenn die Realisierung eines Straßenverkehrs mit vollständig automatisierten Fahrzeugen derzeit noch gar nicht zeitlich absehbar ist. Mit der Einführung der Technik, so die Grundannahme dieser Arbeit, werden möglicherweise Veränderungen im gesamten Bereich der Mobilität einhergehen, die gleichzeitig viele weitere gesellschaftliche Ebenen betreffen und einen fundamentalen Wandel der Art und Weise, wie wir uns fortbewegen, auslösen könnten. Um die wesentlichen Aspekte eines solchen (systemischen) Wandels frühzeitig zu kennen und diesen gegebenenfalls steuern zu können, ist es wichtig, bedeutende Einflussfaktoren – und dazu gehört die Akzeptanz der Technologie – zu identifizieren und ihre Dynamik zu verstehen. Damit soll die

Arbeit auch einen Beitrag leisten, den gesellschaftlichen Dialog zum autonomen Fahren zu fördern.

Ein systemischer Blick auf ein Phänomen macht es erforderlich, dessen Wirkungs- und Einflussfaktoren auf unterschiedlichen Ebenen zu betrachten. Wissenschaftlich impliziert dies die „Notwendigkeit, verschiedene disziplinäre Perspektiven und Wissensstände sinnvoll zusammenzuführen“ (Schüll 2015: 61). Disziplinäre Grenzen können aufgebrochen werden, indem „Perspektiven, Theorien und Herangehensweisen verschiedener Fächer und Disziplinen auf fruchtbare Weise miteinander vernetzt werden. Auf diesem Weg soll ein Erkenntnisgewinn entstehen, der in den jeweiligen disziplinären Perspektiven alleine nicht möglich gewesen wäre“ (ebenda: 62). Eine solche Interdisziplinarität meint allerdings nicht unbedingt, dass ein Forschungsgegenstand insgesamt abgebildet werden kann, vielmehr geht es um eine „umfassendere Teilansicht“, „die sich aus der Integration verschiedener Perspektiven ergibt“ (ebenda: 65).

Vor diesem Hintergrund wendet die vorliegende Arbeit eine interdisziplinäre Sichtweise an, indem sie Perspektiven, Theorien und Methoden aus Verkehrsgeographie und (neuerer) Mobilitätsforschung³, Techniksoziologie, Zukunftsforschung und Sozialwissenschaften zu einem integrierten Verständnis der Akzeptanz autonomen Fahrens zusammenführt. Der interdisziplinäre Gedanke findet sich dabei zusätzlich im Forschungsprojekt „Villa Ladenburg“ (2012-2016) wieder, in dessen Rahmen die Promotionsschrift entstanden ist. In dem international angelegten Vorhaben forschten WissenschaftlerInnen und ExpertInnen aus unterschiedlichen Disziplinen und Bereichen zum autonomen Fahren⁴.

1.1 Inhalte, Ziele und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Promotionsschrift ist eine kumulative Dissertation⁵. Kern der Arbeit sind drei Aufsätze (Kapitel 6.1, 7.1 und 8.1), von denen zwei bereits in internationalen, rezensierten Fachzeitschriften veröffentlicht wurden. Die Entscheidung, die Doktorarbeit kumulativ zu verfassen, lässt sich unter anderem mit der Aktualität des Themas begründen: Autonomes Fahren,

³ Mobilität als Forschungsfeld für die Geographie hat erst in jüngerer Vergangenheit verstärkt Interesse und Berücksichtigung gefunden – Theorien, Konzepte und Methoden kommen insbesondere in Form des „new mobilities paradigm“ (Sheller und Urry 2004) ursprünglich aus der Soziologie. Geographische Arbeiten setzen sich aus methodologischer Sicht insbesondere mit der Frage auseinander, wie Untersuchungen und Forschungsfragestellungen aufgesetzt werden müssen „to (dis)cover a range of topics behind and beyond ‘traditional’ transport geography: it elucidates the framework conditions underpinning the generation of movement, the experience of movement and the implications thereof, and the wider impact of movement across a whole range of sociocultural, economic and political milieux“ (Shaw and Hesse, 2010: 306).

⁴ Dafür wurden in einer ersten Phase der Projektlaufzeit über 200 Forschungsfragen im Zusammenhang mit der Technik identifiziert und in thematisch gegliederte Lastenhefte überführt. In insgesamt vier Workshops in Deutschland und den USA sowie weiteren (bi- und multilateralen) Austauschformen wurden Antworten auf die Forschungsfragen von den über 30 beteiligten WissenschaftlerInnen/ExpertInnen präsentiert und im Anschluss zur Diskussion gestellt. Ergebnis dieser interdisziplinären Arbeit ist ein umfangreiches, über 700 Seiten langes Kompendium zum autonomen Fahren, das im Springer Verlag auf Deutsch (Maurer et al. 2015) und auf Englisch (Maurer et al. 2016) veröffentlicht wurde und online Open Access verfügbar ist.

⁵ Die Arbeit ist teilweise auf Englisch verfasst, da alle drei Aufsätze in englischsprachigen Fachzeitschriften veröffentlicht, bzw. eingereicht wurden.

so wurde in der Einleitung dargelegt, hat sich einerseits in weniger als sechs Jahren zu einem Thema von stetig steigender Relevanz entwickelt – in der Öffentlichkeit aber auch im wissenschaftlichen Diskurs. Andererseits befindet es sich dadurch gleichzeitig in einem beständigen Wandel – was sich insbesondere in der für die vorliegende Arbeit ganz wesentlichen NutzerInnenperspektive sowie dem gesellschaftlichen Kontext, in dem mit der Technik ‚umgegangen‘ wird, aber auch in den Fortschritten bei der technischen Entwicklung spiegelt. Ergebnisse empirischer Untersuchungen unterliegen vor diesem Hintergrund einer gewissen ‚Halbwertszeit‘, weshalb sie als Bestandteil einer klassischen Monografie wiederum nur bedingt zum wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt und zur wissenschaftlichen Kommunikation (die darüber hinaus sowieso häufig in wesentlichem Maße über den Austausch in Aufsätzen und Beiträgen in Fachzeitschriften läuft) beitragen können.

Das Ziel der vorliegenden Promotionsschrift ist es, einerseits die Akzeptanz des autonomen Fahrens zum gegenwärtigen Zeitpunkt zu beschreiben und damit das ‚Akzeptanzfeld‘ aufzuspannen. Die Betonung auf der ‚Gegenwärtigkeit‘ der Untersuchung ist insofern von Bedeutung, als dass sie auch darauf verweisen soll, dass aufgrund der mitunter rasanten Dynamik der technischen Entwicklung eine heute gültige (und empirisch erfasste) Akzeptanzsituation grundsätzlich Veränderungen unterliegt, die mit der Zeit zu einer anderen Akzeptanzsituation führen können. Die Arbeit folgt dabei insgesamt einem sozialwissenschaftlich-empirischen Ansatz und leistet einen Beitrag zu einer umfassenderen Auseinandersetzung mit dem autonomen Fahren, indem sie individuelle und gesellschaftliche Aspekte vor dem Hintergrund möglicher Transformationsprozesse im Licht der Technikeinführung betrachtet. Auf diese Weise kann die Technikentwicklung begleitet werden. Dahinter steckt auch die Auffassung, dass „Aufgeschlossenheit gegenüber der Technik ein wichtiger Standortvorteil sei und dass Technikentwicklung ohne Akzeptanz in der Bevölkerung kaum erfolgreich sein könne“ (Petermann & Scherz 2005: 46). Zentrale Parameter der Arbeit zur Akzeptanz sind hierbei die Zusammenhänge zwischen individuellen Einstellungen, konkreten Nutzungspraktiken und der gesellschaftlichen Bedeutung von autonomem Fahren und Automobilität. Dabei geht es unter anderem auch darum, eine oftmals vorherrschende Dichotomie zwischen Technik auf der einen und Mensch und Gesellschaft auf der anderen Seite aufzubrechen. Aus diesen Überlegungen und (Vor-)Annahmen ergibt sich die wesentliche Fragestellung der Arbeit:

Wodurch ist die individuelle und gesellschaftliche Akzeptanz des autonomen Fahrens zum gegenwärtigen Zeitpunkt konstituiert?

Während diese forschungsleitende Fragestellung im Laufe der Arbeit und insbesondere über die Auseinandersetzung mit der Theorie sowie dem empirischen Material noch weiter präzisiert und operationalisiert wurde (für eine Zusammenfassung der Unterfragestellungen siehe Kapitel 5), soll andererseits auch eine Auseinandersetzung mit und damit eine Weiterentwicklung von theoretischen, methodologischen und empirischen Grundlagen für die Erforschung von Akzeptanz im Kontext von Mobilitäts- und Verkehrsforschung geleistet werden. Insbesondere geht es um die Frage, welchen Beitrag Ansätze der qualitativen Sozialforschung leisten können, um ein

Themenfeld explorativ zu erfassen. Darüber hinaus soll aber auch diskutiert werden, wie qualitative Methoden miteinander kombiniert werden können – z.B. in Form von einstellungsbasierten mit handlungspraktischen Forschungsansätzen – und unter welchen Voraussetzungen die Ergebnisse qualitativer Untersuchungen an quantitative bzw. modellbasierte Ansätze anschlussfähig gemacht werden können.

Die Arbeit beginnt mit einer kurzen Bestimmung dessen, was unter **autonomen Fahren** verstanden wird, welche Entwicklungen sich derzeit auf unterschiedlichen Ebenen vollziehen und wo jeweils Anknüpfungspunkte zu den Schwerpunkten der Arbeit zu finden sind (Kapitel 2). In Kapitel 3 wird das der Arbeit zugrundeliegende Begriffsverständnis zu **Akzeptanz** beleuchtet, bevor in Kapitel 4 das qualitative **Forschungsdesign und die Methodenwahl** begründet werden. Im Anschluss an diese einführenden Kapitel werden die **Forschungsfragen und Ziele** der Arbeit nochmals zusammengefasst (Kapitel 5), bevor im ersten Artikel, „**Automated Driving. Individual and Societal Aspects**“ (Kapitel 6.1), Ergebnisse aus einer qualitativen Explorationsstudie zum autonomen Fahren vorgestellt und diskutiert werden. Die Untersuchung beleuchtet anhand einer Analyse von Online-Kommentaren die Perspektive von VerkehrsteilnehmerInnen und leitet davon Erkenntnisse für weitere, stärker anwendungsbezogene Untersuchungen zur Akzeptanz des autonomen Fahrens ab. Der zweite Artikel, „**Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility**“ (Kapitel 7.1), beschreibt anhand dreier möglicher Szenarien zum autonomen Fahren den Kontext von Veränderungsprozessen und diskutiert damit einhergehende, unterschiedliche systemische Implikationen. Im dritten, noch unveröffentlichten Artikel (unter Begutachtung), „**How collective frames of orientation towards automobile practices provide hints for a future with autonomous vehicles**“ (Kapitel 8.1), werden Ergebnisse einer weiteren empirischen Studie präsentiert, die Perspektiven und Werthaltungen zum autonomen Fahren zu derzeit existierenden Orientierungen und Praktiken zu Autonutzung und -besitz in Beziehung setzt. Auf diese Weise nimmt der Beitrag in den Blick, wie autonomes Fahren aus NutzerInnensicht mit Autonutzung in Verbindung steht. Zusätzlich wird diskutiert, welche theoretischen, methodologischen und methodischen Anforderungen für die Verkehrs- und Mobilitätsforschung abzuleiten sind. Kapitel 9 fasst die **zentralen Erkenntnisse der Arbeit zusammen**, bevor abschließend unter anderem die **Implikationen für die zukünftige Forschung zur Akzeptanz des autonomen Fahrens** diskutiert werden (Kapitel 10).

Was die Arbeit nicht leistet, ist, im Sinne einer quantitativen Analyse Antworten auf mögliche Einflussfaktoren von Akzeptanzaspekten auf den Verkehr und das Verkehrssystem zu geben oder diese zu ‚messen‘. Sie ist auch keine NutzerInnenakzeptanzstudie, die untersucht, welche konkreten Voraussetzungen individuell und gesellschaftlich erfüllt sein müssen, damit autonomes Fahren akzeptiert wird. Es soll also nicht darum gehen, wie die Technik entwickelt und gestaltet werden muss, damit Akzeptanz eintritt⁶. Um NutzerInnenakzeptanz geht es aber insofern, als dass

⁶ Dies würde eher einem normativ-ethischen Verständnis von Akzeptanzforschung entsprechen, bei der es im Wesentlichen um die „Akzeptabilität von Techniken“ geht. Demgegenüber untersuchen sozialwissenschaftlich-empirische Ansätze das Akzeptanzphänomen in Hinblick auf dessen gesellschaftliche Einbettung und die Berücksichtigung von Chancen und Risiken. Dabei gibt es wiederum grundsätzlich zwei Richtungen der Analyse:

NutzerInnen des Verkehrssystems ganz allgemein den Fokus der Arbeit bilden und aus dieser Perspektive heraus die Akzeptanz des autonomen Fahrens in den Blick genommen wird. Andere Perspektiven werden damit notgedrungen vernachlässigt. Zum Beispiel könnte man zu einem umfassenderen Verständnis, in welchen aktuellen gesellschaftlichen Rahmen die Technikdebatte derzeit eingebunden ist, gelangen, in dem man die Frage nach allgemeinen Wissensbeständen zum autonomen Fahren adressiert. Über eine Analyse gesellschaftlicher Diskurse könnte methodisch abgebildet und damit aufgezeigt werden, welche Metaphern, Strategien und Themen der technischen Entwicklung rund um das autonome Fahren zugrunde liegen und wie die „demokratisch-diskursive Auseinandersetzung“ (Lucke 1995: 249) konstituiert ist.

„(Sozial-)psychologische Analysen“ einerseits und „soziologische Deutungsversuche“ andererseits (Petermann und Scherz 2005: 47). Die Arbeit orientiert sich insgesamt eher an soziologischen Ansätzen, die in Kapitel 3 näher ausgeführt werden.

2 Autonomes Fahren

Wie bereits in der Einleitung kurz thematisiert, ist nicht immer klar, was mit „autonomen“ Fahren gemeint ist. Das liegt einerseits in der Natur technischer Entwicklungen: Weil sie eingebettet sind in gesellschaftliche und soziale Deutungen, Zuschreibungen und Aushandlungen, entfalten sie ihre Bedeutung auch erst im Kontext solcher systemischer Prozesse. Andererseits stellen autonome Fahrzeuge bislang eher noch eine Technikvision als eine realexistierende Technik dar – dass diese Vision in immer wieder abgewandelter Form schon seit den Anfängen des 20. Jahrhunderts existiert, hat Kröger (2015, 2012) umfassend beleuchtet.

Im Folgenden wird kurz auf die in der Arbeit verwendeten Begrifflichkeiten eingegangen. Für die deutschen Abschnitte wird zumeist der Begriff „autonom“ (seltener auch „vollautomatisiert“) und für die englischen „automated“, „autonomous“ oder „fully automated“ verwendet. Damit sind grundsätzlich Straßenfahrzeuge gemeint, die im Sinne der Definition des Verbands der Deutschen Automobilindustrie (VDA 2015: 15) „vollautomatisiert“ (Stufe 4) oder „fahrerlos“ (Stufe 5) sind. Neben dieser existieren im deutsch- wie auch im englischsprachigen Raum noch weitere Definitionen der stufenweisen Fahrzeugautomatisierung, die sich allerdings nur unwesentlich voneinander unterscheiden (vgl. Gasser et al. 2012, SAE 2014, NHTSA 2013)⁷. Gemeinsam ist allen drei Definitionen, dass in einem autonomen/vollautomatisierten Fahrzeug die Fahrerin bzw. der Fahrer als Rückfallebene nicht mehr zur Verfügung steht – sich also nicht mehr auf die Fahrzeugführung bzw. -steuerung konzentrieren muss, die in diesem Fall das Fahrzeug eigenständig ausführt. In der oben genannten Definition ist das bei den Stufen 4 und 5 der Fall: In Stufe 4 fährt das Fahrzeug dabei autonom in einem/ oder mehreren spezifischen Anwendungsfall/Anwendungsfällen, z.B. auf der Autobahn – und wird in allen anderen Anwendungsfällen (z.B. im Stadtverkehr) von Menschenhand gesteuert oder mindestens in der Ausführung der Fahrzeugsteuerung überwacht. In Stufe 5 kann das Fahrzeug alle Anwendungsfälle vollautomatisiert bewältigen. Damit ist ein gravierender Unterschied zu niedrigeren Automatisierungsstufen festzustellen: Zwar kann auch im Falle des „teilautomatisierten“ (Stufe 2) oder „hochautomatisierten“ (Stufe 3) Fahrens das Fahrzeug für einen spezifischen Anwendungsfall (z.B. das Parken) alle erforderlichen Fahrfunktionen eigenständig ausführen. Beim teilautomatisierten Fahren muss das System dabei jedoch permanent überwacht werden, und beim hochautomatisierten Fahren muss die bzw. der Fahrende grundsätzlich in der Lage sein, die Fahrzeugsteuerung bei Bedarf jederzeit wieder zu übernehmen (auch, wenn hier keine dauerhafte Überwachung mehr notwendig ist).

Erst mit den Stufen 4 und 5, so die Annahme dieser Arbeit, ist überhaupt mit einem tatsächlichen Wandel im Verkehrs- und Mobilitätssystem zu rechnen – während niedrigere Stufen der Automatisierung noch keine wesentlichen Veränderungen der heutigen Autonutzung implizieren

⁷ Für die Fragestellungen, die im Rahmen dieser sozialwissenschaftlichen Arbeit untersucht werden, ist die (technische) Unterscheidung kaum von Bedeutung, weshalb an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen wird.

würden und daher allenfalls als ‚Einfallstore‘ in das autonome Fahren betrachtet werden können. Abbildung 1 stellt die 5 Stufen der Fahrzeugautomatisierung grafisch dar.

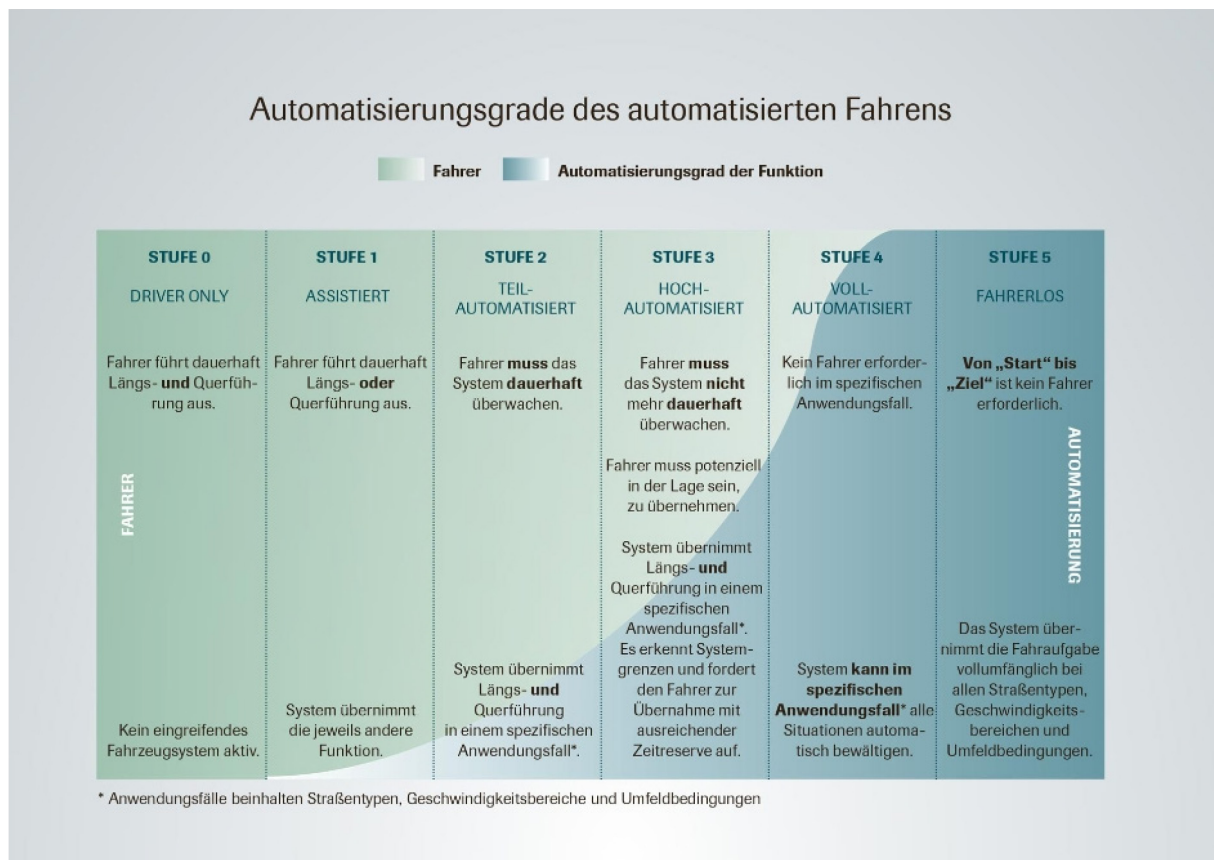


Abbildung 1: Automatisierungsgrade des automatisierten Fahrens (VDA 2015: 15)

Weil die technische Differenzierung nach verschiedenen Stufen relativ nutzerInnenunfreundlich ist und „innerhalb dieser Rahmendefinition eine Vielfalt an Einsatzmöglichkeiten und Ausprägungen des autonomen Fahrens“ vorstellbar ist (Wachenfeld et al. 2015: 10), erscheint es sinnvoll, autonomes Fahren mithilfe von spezifischen Szenarien oder sogenannten use cases (Anwendungsfälle) – insbesondere auch im Kontext empirischer Erhebungen – greifbarer zu machen. Unterschiedliche Anwendungsfälle des autonomen Fahrens bringen einerseits auf NutzerInnenseite je spezifische Bewertungen, Erwartungen und Einschätzungen mit sich und lassen andererseits auch unterschiedliche Implikationen auf das Verkehrssystem (z.B. auf das Verkehrsmittelwahlverhalten) erwarten (vgl. Fraedrich et al. 2016). Die Arbeit folgt dabei dem Vorgehen im Projekt „Villa Ladenburg“, bei dem vier use cases des autonomen Fahrens über die Projektlaufzeit betrachtet und aus der Perspektive jeweils unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen mit den für diese relevanten Fragestellungen in den Blick genommen wurden (Maurer et al. 2015). Die use cases stehen dabei „für typische Einsatzszenarien des autonomen Fahrens“ (Wachenfeld et al. 2015: 10) und bilden eine möglichst große Bandbreite von Unterscheidungsmerkmalen ab.

2.1 Aktuelle Entwicklungen zum autonomen Fahren

Die Entwicklung des automatisierten Fahrens vollzieht sich nicht nur im technischen Bereich, sondern auch auf vielen anderen Ebenen, die folgend kurz skizziert werden. Damit soll verdeutlicht werden, dass erst durch die integrierte Betrachtung dieser Ebenen nachvollziehbar wird, in welche gesellschaftlichen Bereiche die Technik hineinwirkt und in welchen Bereichen damit Veränderungen erwartet werden können. Außerdem soll aufgezeigt werden, dass sich die Technikentwicklung nicht unabhängig von anderen Entwicklungen vollzieht und dass insbesondere die Ebene der Akzeptanz als wesentlicher Einflussfaktor gilt, der alle Bereiche berührt.

2.1.1 Technik

Forschung und Entwicklung zu maschinell gesteuerten Straßenfahrzeugen gehen bis in die Anfänge des 20. Jahrhunderts zurück (Matthaei et al. 2015). Eine zunehmende Beschleunigung der Entwicklungen in den Bereichen Sensorik, Aktorik, Software und maschinelles Lernen hat in den letzten Jahren allerdings zu deutlichen technischen Fortschritten, auch im Bereich der Automatisierung von Fahrzeugen, geführt.

Wenngleich die technische Entwicklung hin zu vollständig automatisierten Fahrzeugen strenggenommen unabhängig von sozialwissenschaftlichen Perspektiven erfolgen kann, setzt sich zunehmend auch im Bereich der involvierten technischen bzw. ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen die Auffassung durch, dass integrierte, interdisziplinäre Betrachtungsweisen eine unumgängliche Voraussetzung für die erfolgreiche Implementierung autonomer Fahrzeuge in das Straßenverkehrssystem sind (vgl. Maurer et al. 2015). Spezifische Potenziale und Herausforderungen zum autonomen Fahren (z.B. Wirkungen auf das Verkehrssystem und auf Städte, ökonomische Implikationen), die sich erst durch einen solchen interdisziplinären ‚Blick‘ ergeben, standen „[b]islang nicht im Fokus der Forschungsgemeinschaft“ (Maurer 2015: 5)⁸. Auf diese Weise gewinnen Perspektiven an Bedeutung, die postulieren, dass Technikentwicklung und (gesellschaftliche) Akzeptanz Hand in Hand gehen müssen (vgl. Gasser et al. 2015).

2.1.2 Recht

Anpassungen der rechtlichen Rahmenbedingungen sind für die Implementierung autonomer Fahrzeuge in das Straßenverkehrssystem eine notwendige Voraussetzung – der Rechtsrahmen in Deutschland ist derzeit allerdings noch dem „Trennungsgedanken zwischen maschineller Steuerung und öffentlichem Raum mittels physischer Barrieren“ verpflichtet (Gasser 2015: 544 ff.). Deutschland unterliegt, wie zur Zeit weitere 74 Länder, dem sogenannten „Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr“ von 1968 (BGBl. 1977 II: 809 & 811). Das

⁸ Dass sich hier ein Wandel andeutet, zeigt sich auch darin, dass das Thema „Akzeptanz“ in dem umfassenden, in interdisziplinärer Zusammenarbeit entstandenen Werk im eingangs erwähnten Villa Ladenburg-Projekt in nahezu allen Beiträgen erwähnt und seine Bedeutung im Zusammenhang mit der Implementierung autonomer Fahrzeuge betont wird – siehe z.B. bei Kröger 2015, Wolf 2015, Lin 2015, Gerdes und Thornton 2015, Färber 2015, Lenz und Fraedrich 2015, Beiker 2015a & b, Heinrichs 2015, Cyganski 2015, Winner und Wachenfeld 2015, Flämig 2015, Schreurs und Steuwer 2015, Wachenfeld und Winner 2015, Gasser 2015, Winkle 2015, Fraedrich und Lenz 2015a & b, Grunwald 2015, Woisetschläger 2015.

Übereinkommen besagt, „dass jedes Fahrzeug, das sich in Bewegung befindet, einen (Fahrzeug-)Führer haben muss“ (Bundesrat, Drucksache 243/16: 1) und steht damit bisher im Widerspruch zur maschinellen Steuerung von Fahrzeugen. Nach Überarbeitungen der Wiener Konvention der Vereinten Nationen 2014 hat der Bundestag am 30. März 2017 ein Gesetz verabschiedet, das die bisherigen Regelungen modifizieren und damit dem hoch- und vollautomatisierten Fahren den Weg ebnen soll. Mit der Anpassung „dürfen künftig auch solche Fahrzeuge im Einsatz sein, die für eine bestimmte Zeit und in bestimmten Situationen die Kontrolle über das Fahrgeschehen übernehmen, [wenn diese] jederzeit durch den Fahrzeugführer übersteuerbar oder deaktivierbar sind“ (Die Bundesregierung 2017).

Eine Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen vor dem Hintergrund einer Einführung autonomer Fahrzeuge unterliegt prinzipiell gesellschaftlicher Konsensfähigkeit, d.h. kritischer Diskussion und Aushandlung – und ist damit eng an die Akzeptanz gebunden (vgl. Gasser 2015). Darüber hinaus besteht heute aber „in weiten Teilen der Gesellschaft Konsens dahingehend [...], Konsequenzen des Straßenverkehrs angesichts der Bedeutung für die Mobilität der Gesellschaft zu akzeptieren“ (ebenda: 548). Daneben geht das neue Gesetz auch ganz wesentlich auf das Strategiepapier der Bundesregierung zum automatisierten und vernetzten Fahren zurück, das die Einführung der Technik vor dem Hintergrund der Steigerung von Verkehrseffizienz, Verkehrssicherheit, der Reduzierung mobilitätsbedingter Emissionen sowie der Stärkung des Innovationsstandorts vorantreiben möchte (BMVI 2015).

2.1.3 Politik

Mit den Modifikationen des bestehenden Rechtsrahmens folgt Deutschland einer „Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren“, die das Bundeskabinett im September 2015 beschlossen hat (BMVI 2015a). Die Strategie sieht vor, Deutschland zum Leitanbieter und Leitmarkt zu entwickeln und die demzufolge erforderlichen Rahmenbedingungen „bis hin zur Serienreife und Regelzulassung“ zu schaffen (Die Bundesregierung 2015). In diesem Zusammenhang wurde 2015 auch das „Digitale Testfeld Autobahn A9“ ins Leben gerufen, um „in einem sogenannten ‚Labor unter Realbedingungen‘, vernetztes und automatisiertes Fahren zu erproben“ (BMVI 2015b). Verkehrsminister a.D. Alexander Dobrindt begründete die Entscheidung unter anderem so: „Die deutsche Autoindustrie wird auch beim digitalen Auto Weltspitze sein können“ und sich dabei „nicht auf Google verlassen“ (zitiert in der FAZ vom 25.01.2015).

Begleitet werden die politischen Strategien zum automatisierten Fahren derzeit hauptsächlich vom Runden Tisch Automatisiertes Fahren⁹, der Mitte 2015 auch einen ersten „Bericht zum Forschungsbedarf“ veröffentlicht hat (Gasser et al. 2015). In diesem werden Akzeptanz und „gesellschaftliche Aspekte für den Forschungsbedarf [allgemein als] ein Faktor von übergeordneter Natur“ definiert (ebenda: 4). Darüber hinaus werden Forschungsanforderungen unter anderem dahingehend formuliert, „die Interaktionen zwischen der Automatisierung des

⁹ Am Runden Tisch sind derzeit „Bundesministerien, Behörden des Bundes, Bundesländer, Industrieverbände, technische Überwachungsvereine, NutzerInnenverbände, Versicherungswirtschaft und einschlägige Forschungseinrichtungen“ vertreten (Die Bundesregierung 2015).

Straßenverkehrs und denjenigen Systemen (Verkehr, Politik, Recht, Wirtschaft, Gesellschaft), in die der Straßenverkehr eingebettet ist bzw. zu denen er in unmittelbarer Beziehung steht, [zu] thematisieren“ (ebenda: 103) sowie „den Alltags-Kontext der konventionellen Autonutzung deutlich besser zu erfassen, als dies bisher der Fall ist, um Ansatzpunkte für einen vergleichsweise schnellen und sichtbar nutzenstiftenden Einsatz von autonomen Fahrzeugen identifizieren zu können“ (ebenda: 108).

2.1.4 Markt

Neben den klassischen Akteuren der Automobil- sowie deren Zulieferindustrie, die eine technische Entwicklung der Automatisierung bereits seit einigen Jahrzehnten kontinuierlich – und einem evolutionären Entwicklungspfad folgend – vorantreiben, sind in den letzten Jahren vermehrt neue Akteure aufgetaucht, die bisher vornehmlich in den Bereichen Digitalisierung, Künstliche Intelligenz und digitale Kartierung und Objekterkennung tätig waren. Diese Technologieunternehmen unterscheiden sich von den ‚klassischen‘ Automobilakteuren nicht nur dadurch, dass sie andere Produkte anbieten, sondern auch durch gänzlich andere Marktstrategien: Während ein Produkt aus der Automobilindustrie üblicherweise „mit dem maximal möglichen Funktionsumfang eingeführt wird und darin unverändert bleibt“ (Beiker 2015: 202), wird der Funktionsumfang von Produkten der IT- bzw. Hochtechnologiefirmen häufig erst mit der Zeit gesteigert, bspw. „durch Lernalgorithmen oder regelmäßige Softwareaktualisierung“ (ebenda) im laufenden Betrieb angepasst.

Unternehmen wie Google und Uber, die in den letzten Jahren immer wieder auch mit offensiven Öffentlichkeitsauftritten im Zusammenhang mit der Automatisierung von sich reden machten, verfolgen vermutlich weniger das Ziel, in den Automobilmarkt einzusteigen – oder gar eigene Fahrzeuge herzustellen – als vielmehr den Mobilitätsmarkt in seiner bestehenden Form umzugestalten. Durch die Automatisierung von Straßenfahrzeugen könnten Marktakteure aus dem IT-Bereich ihre Produkte und Dienstleistungen in einem Bereich anbieten, der ihnen bisher weitgehend verschlossen blieb: Weil sich Fahrende derzeit auf das Straßenverkehr konzentrieren müssen, können sie nicht im Internet surfen oder andere Internetdienstleistungen konsumieren.

Insgesamt sind die Marktstrategien der automobilfremden Unternehmen allerdings noch weitgehend intransparent, so dass Aussagen über mögliche Wirkungen auf Verkehrssystem, Markt und Gesellschaft nur schwer zu treffen sind. Vorstellbar ist aber, dass eine Umstrukturierung des Mobilitätsmarktes, beispielsweise durch den Eintritt neuer Akteure, weitreichende Veränderungen nach sich ziehen könnte. Kapitel 7.1 setzt sich mit diesem Thema ausführlicher auseinander.

2.1.5 Kommunen

Wenngleich häufig diskutiert wird, dass autonomes Fahren vor allem unsere Städte dramatisch verändern könnte (vgl. Chapin et al. 2016, Heinrichs 2015), steht eine umfassendere wissenschaftliche, politische und/oder gesellschaftliche Auseinandersetzung mit wesentlichen Aspekten einer solchen Transformation bislang noch ganz am Anfang. Dies zeigt sich beispielsweise in der (noch weitgehend) fehlenden Einbindung kommunaler Stadt- und Verkehrsplanungsakteure in den Entwicklungsprozess – beispielsweise über die Beteiligung am

Runden Tisch zum automatisierten und vernetzten Fahren – einerseits und der fehlenden Integration der Technikentwicklung in Stadt- und Verkehrsentwicklungsplanung – z.B. über Stadt- und Verkehrsentwicklungspläne – andererseits (für Deutschland, vgl. Fraedrich et al. 2017 und Guerra 2016, Wagner et al. 2014, für die USA). Derzeit werden vor dem Hintergrund von möglichen Einflüssen des autonomen Fahrens auf Stadt- und Siedlungsstrukturen hauptsächlich direkte Effekte betrachtet und diskutiert – wie z.B. Wirkungen auf Verkehrssicherheit, -effizienz, -management oder auf Parkraumbedarf und Parksuchverkehre. Dass die Implikationen, insbesondere in städtischen Räumen, allerdings weitreichender sein könnten und die Organisation des Straßenverkehrs insgesamt und damit auch die Organisation städtischer Räume betreffen, wird derzeit zwar immer wieder angedeutet (vgl. Heinrichs 2015) aber kaum umfassend betrachtet und untersucht. Die Diskussion um die Einbindung kommunaler Perspektiven in die Debatte um autonomes Fahren wird im Schlusskapitel 10.4 der Arbeit nochmals aufgegriffen.

3 (Technik)Akzeptanz

Im Anschluss an die Definition der Problemstellung der Arbeit erfolgt im nun folgenden Kapitel eine erste theoretische Auseinandersetzung mit dem Akzeptanzbegriff – unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte von Akzeptanz des autonomen Fahrens – der sich im Laufe der Arbeit an der Promotionsschrift kontinuierlich weiterentwickelt hat. Im Sinne des qualitativen Forschungsdesigns (siehe Kapitel 4), das der Arbeit zugrunde liegt, war das Ziel bei dieser Auseinandersetzung nicht, ein Theoriemodell deduktiv und a priori aufzusetzen, das die weiteren empirischen Phasen lenkt und leitet. Ein „utopisches Ideal der Begriffsbildung“ (Mannheim 1980: 217) entspricht generell nicht den Prinzipien qualitativer (rekonstruktiver¹⁰) Forschung. Theoretische, begriffliche und methodologische Überlegungen wurden im Laufe der Arbeit daher immer wieder kritisch geprüft und eng an den Analysen des empirischen Materials entlang (weiter)entwickelt. Nachfolgend wird diese Auseinandersetzung mit dem Akzeptanzbegriff kurz nachgezeichnet und es wird dargelegt, an welchen Ansätzen sich die Arbeit orientiert. In Kapitel 10.1 werden diese Überlegungen noch einmal zusammenfassend aufgegriffen und diskutiert. Zuvor soll allerdings noch kurz darauf eingegangen werden, was konkret Akzeptanz des autonomen Fahrens bedeutet und auch, warum und auf welchen Ebenen die Akzeptanz der Technik überhaupt erforscht werden soll.

Autonomes Fahren kann den Produkt- und Alltagstechniken zugerechnet werden; im Gegensatz zu Arbeitstechniken und sogenannter externer Technik wie beispielsweise Kernenergietechnik, Satellitentechnik etc. werden die Produkt- und Alltagstechniken hauptsächlich über den Markt gesteuert und sind eher individuelles Konsumprodukt, von dessen Folgen allerdings auch Dritte betroffen sein können (Renn 2005: 31). Autonutzung und -besitz sind typische Beispiele aus dem Bereich der Produkt- und Alltagstechniken. Akzeptanz der Technik bedeutet in diesem Zusammenhang vor allem Kauf, schließt aber in der Regel auch die Nutzung mit ein. Während autonomes Fahren einerseits durchaus als individuelles Konsumprodukt verstanden werden kann, ist andererseits auch anzunehmen, dass vor allem zu Beginn einer möglichen Implementierung nicht nur die Ebene des privaten bzw. individuellen Konsums akzeptanzrelevant – als Frage, ob Einzelne autonome Fahrzeuge nutzen werden oder nicht – sein wird. Öffentlich diskutiert und ausgehandelt werden wird vermutlich auch, welche möglichen Auswirkungen auf das Verkehrssystem (mit all seinen beteiligten Akteuren) sowie weitere gesellschaftliche Bereiche (z.B. Arbeitsmarktentwicklung, ethische Grundlagen der maschinellen Steuerung) durch autonomes Fahren zu erwarten und damit für die gesamte Gesellschaft relevant sind. Bevor auf einer individuellen Ebene entschieden werden kann, ob jemand ein autonomes Fahrzeug nutzen

¹⁰ Der Begriff „rekonstruktiv“ wird verwendet, um darauf zu verweisen, dass es sich bei der diesbezüglichen Forschung um Rekonstruktionen von bereits vorstrukturierten und interpretierten – im Sinne von ‚mit Sinn versehenen‘ – Aussagen handelt. Mit Methoden der qualitativen Sozialforschung wird in der Regel menschliches, bzw. soziales Handeln erfasst – dieses liegt dabei jedoch meist in Form von ‚Konstruktionen‘ der Forschungssubjekte vor (z.B. über sprachliche Äußerungen), die wiederum mithilfe spezifischer methodischer Instrumente von den Forschenden ‚rekonstruiert‘, bzw. entschlüsselt werden müssen (vgl. Bohnsack 2010)

(oder eben nicht nutzen) möchte, „müssen [...] gesellschaftsweit verbindliche Standards (wie Risikogrenzen, Sicherheitsstandards, Umweltstandards, etc.) gesetzt werden“ (Grunwald 2005: 58). Vor diesem Hintergrund ist Akzeptanz dann nicht nur auf individueller Ebene – im Sinne von NutzerInnenakzeptanz – sondern auch mit Bezug zu gesellschaftlichen Aspekten von Bedeutung und damit von forschungspraktischem Interesse.

Die Erforschung von Akzeptanz ist insgesamt noch ein recht junges, wenngleich auch „breit gefächertes“ und „quer zu zahlreichen Disziplinen liegendes“ (Schäfer und Keppler 2013: 7) Feld.¹¹ Es gibt daher eine ganze Reihe von unterschiedlichen Ansätzen zu ihrer Erfassung. Neben einstellungsorientierten Ansätzen, die vor allem in der (Sozial-)Psychologie oder den Wirtschaftswissenschaften (weiter)entwickelt wurden, sind hier auch normative Ansätze und soziologische Deutungsversuche zu nennen (vgl. Petermann & Scherz 2005). Unter Akzeptanz wird ganz allgemein „annehmen, hinnehmen, billigen, anerkennen, mit jemandem oder etwas einverstanden sein“ verstanden (Drosdowski 1993). In dieser Begriffsbestimmung ist bereits eine aktive Komponente enthalten, die Akzeptanz auch von der Duldung, der Toleranz oder dem Ausbleiben von Widerstand unterscheidet.

Vor allem zur Erfassung der individuellen Ebene von Akzeptanz existiert eine große Anzahl verschiedener Theorien und Modelle¹². Ein weit verbreiteter Ansatz ist z.B. die Diffusion of Innovation Theory (DOI) (Rogers 1983/2003), die anhand spezifischer Parameter (Wissen, Überzeugung, Entscheidung, Implementierung und Bestätigung) die Akzeptanz bestimmt. Weitere Modelle sind das Technology Acceptance Model 1 & 2 (TAM) (Davis et al. 1989), die Modelle der Theorien des geplanten und überlegten Verhaltens (TPB, TRA) (Fishbein and Ajzen 1980), das Technology Transition Model (TTM) (Briggs et al. 1998), das Akzeptanzmodell nach Degenhardt (ders. 1986), das Dynamische Akzeptanzmodell (Kollmann 1998) und viele weitere mehr. Gemeinsam ist den genannten Ansätzen, dass sie auf der Individualebene spezifische Parameter bzw. Faktoren bestimmen (und messen), die entweder zur Akzeptanz oder zur Ablehnung des Akzeptanzgegenstands führen.

Akzeptanz involviert neben individuellen Einstellungen, Dispositionen, Werthaltungen oder Verhaltensmustern aber auch den gesellschaftlichen Kontext, in dem diese ‚verortet‘ sind (Degele 2002). Sie vollzieht sich damit immer im Rahmen sozialer Konstruktionsprozesse und ist abhängig von Personen, deren Einstellungen, Erwartungen, Handlungen, Werte- und Normenrahmungen,

¹¹ An dieser Stelle soll kurz erwähnt werden, dass es sich grundsätzlich bei den „als Akzeptanzfragen gestellten Forschungsfragen [...] um Grundfragen der Allgemeinen Soziologie“ handelt (Lucke 1995: 251), die in zahlreichen namhaften Werken, insbesondere zum Thema ‚soziale Ordnung‘ bereits u.a. bei Rousseau, Durkheim, Weber, Parsons, Simmel, Tönnies, Luhmann oder Habermas umfassend Berücksichtigung gefunden haben. Auch unter den Bezeichnungen ‚Innovationsforschung‘, ‚Normdurchsetzungs- und Evaluationsforschung‘, ‚Diffusionsforschung‘, ‚Rezeptionsforschung‘ oder ‚wissenschaftliche Begleitforschung‘ wird im weiteren Sinne Akzeptanzforschung betrieben. Eine intensivere Auseinandersetzung mit dem Akzeptanzbegriff sowie die Entstehung eigenständiger Forschungsfelder (z.B. Technikfolgenabschätzung, Technikakzeptanz und Technikgeneseforschung) geht allerdings erst auf die Mitte der 1970er Jahre zurück (vgl. Petermann und Scherz 2005).

¹² Wenngleich manche der Ansätze eng miteinander in Beziehung stehen bzw. aufeinander aufbauen und andere sich wiederum deutlich abgrenzen, wird an dieser Stelle nicht weiter auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede eingegangen, da sie für die vorliegende Arbeit kaum Berücksichtigung gefunden haben.

ihrer Umwelt und von Veränderungen im Lauf der Zeit (Hasse 1998). Im Gegensatz zu den auf der Individualebene forschenden Modellen zu Akzeptanz rücken soziologische Ansätze den Zusammenhang von Technik mit der (sozialen) Umwelt stärker in den Fokus und betonen damit, dass Technik nicht unabhängig von dem sozialen Normen- und Wertesystem betrachtet werden kann, in das sie eingebettet ist (vgl. MacVaugh und Schiavone 2010, Wejnert 2002).

Insbesondere soziologische Ansätze können m.E. der Akzeptanz als multidimensionalem und zeitlich wandelbarem Konstrukt am ehesten gerecht werden. Dies betonen auch Petermann und Scherz (2005) in ihrer Abhandlung über Technikakzeptanz und ihre Erforschung:

„Soziologische Deutungsversuche [verknüpfen] Einstellungen zu Techniken mit Wandlungen verhaltenswirksamer Werthaltungen und sozialer Verhaltensmuster, die wiederum an gesellschaftliche Faktoren (wie öffentliche Meinung, Sozialisationsprozesse, soziostruktureller Ort der Befragten) gebunden sind. Damit wird das Erkenntnisinteresse bei der Erforschung von Technikakzeptanz auch auf die Erklärung spezifischer Entwicklungslinien des sozialen Wandels gerichtet. In jedem Fall aber werden Akzeptanzkonflikte beim technischen Wandel nicht isoliert von Problemkonfigurationen in anderen gesellschaftlichen Teilbereichen betrachtet“ (ebenda: 47).

(Technik)Akzeptanzforschung, auf diese Weise verstanden, geht also weit über die bloße Erfassung von öffentlicher oder individueller Meinung hinaus und berücksichtigt insbesondere das Transformative und Prozesshafte der Akzeptanz (und der Technikgenese). Wenn Technik in einem wechselseitigen Dialog unterschiedlicher Akteure ausgehandelt, gedeutet und (re)interpretiert wird und Akzeptanz so auch einem stetigen Wandel unterliegt, der sie insgesamt zu einem „instabile[n] Konstrukt“ (Schäfer und Keppler 2013: 25) macht, gehen damit auch spezifische Anforderungen an ihre Erforschung einher, die im Folgenden vor dem Hintergrund der Untersuchung zu Aspekten von Akzeptanz des autonomen Fahrens aufgegriffen werden.¹³

3.1 Akzeptanz erforschen

Analogien des autonomen Fahrens zu anderen Technologien und damit Akzeptanzerfahrungen aus diesen Bereichen sind tendenziell nur schwierig herzustellen. Obwohl es heute schon zahlreiche Beispiele automatisierter Verkehrssysteme gibt (z.B. im Flug-, Schiffs-, (U-)Bahnverkehr oder für Fahrzeuge im Militärbereich), ist ihnen allen gemeinsam, dass sie immer noch über eine menschliche Kontroll- bzw. Steuerungsinstanz verfügen. Ein Fahrzeug- oder Mobilitätssystem ohne diese menschliche Instanz gibt es derzeit noch nicht.¹⁴ Für die Erforschung von Akzeptanz des autonomen Fahrens bringen diese fehlenden Analogien und Erfahrungen dann allerdings

¹³ Eine umfassendere Auseinandersetzung mit dem Begriff der (Technik)Akzeptanz, ihrer Forschungstraditionen und spezifischer Implikationen für ihre Erfassung im Kontext des autonomen Fahrens wurde unter Fraedrich und Lenz (2015) veröffentlicht; teilweise sind Abschnitte in diesem Kapitel dem Beitrag entnommen.

¹⁴ Auch wenn seit kurzem zunehmend Pilot- bzw. Feldversuche mit sogenannten „fahrerlosen“ Fahrzeugsystemen durchgeführt werden, ist allen Ansätzen gemeinsam, dass sie einerseits weiterhin (aus technischen, aber insbesondere auch aus rechtlichen Gründen) über eine/n SicherheitsfahrerIn verfügen, die bzw. der bei Bedarf eingreifen kann, und dass sie andererseits noch kaum im ‚realen‘ Verkehrssystem stattfinden – dass sie also meist auf speziellen abgeschlossenen oder halbgeschlossenen Trassen verkehren.

spezifische Anforderungen mit sich, was unter anderem bedeutet, dass das Thema zuerst explorativ erschlossen werden muss.

Welche Faktoren, Ausprägungen, Anforderungen, Erwartungen, Werthaltungen von wem und an wen oder was überhaupt in Zusammenhang mit der Akzeptanz autonomen Fahrens stehen, ist derzeit empirisch noch nicht ausreichend erfasst. Zahlreiche Untersuchungen aus der Markt- und Meinungsforschung haben sich in den vergangenen vier Jahren mit dem Thema befasst und konnten oftmals auch eine generelle und auch zunehmende Offenheit gegenüber dem autonomen Fahren feststellen (z.B. Autoscout24 2015, 2013, 2012, Continental Mobilitätsstudie 2013). Andere Studien wiederum erfassten eine eher skeptische Haltung (z.B. Schoettle und Sivak 2014, Frost & Sullivan 2006). Nicht klar ist bei den Untersuchungen allerdings häufig, was die Befragten jeweils unter „autonomen Fahren“ verstehen, in welchem Kontext ihre Wahrnehmungen und Bewertungen eingebettet sind und welche Herausforderungen und Hürden, aber auch welcher Nutzen im Zusammenhang mit dem autonomen Fahren identifiziert werden können.

Weil die Technik, wie im obigen Absatz beschrieben, noch nicht im Verkehrssystem implementiert wurde, unterliegen Befragungen von NutzerInnen zu Einschätzungen über autonomes Fahren derzeit außerdem noch der Herausforderung, dass bisher weder von einem breiten Kenntnisstand noch von konkreten Erfahrungen mit der Technik ausgegangen werden kann. Solche erfassten Einstellungen und Bewertungen sind deshalb möglicherweise auch nur bedingt valide, denn der Gegenstand der Befragung ist, weil kaum bekannt, noch nicht eindeutig definiert. Dies legen auch Peters und Dütschke (2010) in ihrer Untersuchung über Akzeptanz von Elektromobilität nahe (vergleichbares wird in dieser Arbeit für das autonome Fahren angenommen):

„Befragungen potenzieller Nutzer etwa per Fragebogen, ob bzw. unter welchen Umständen sie bereit wären, ein Elektroauto zu kaufen, haben das Problem, dass Einschätzungen zu dem neuen, noch wenig bekannten System der Elektromobilität für die Konsumenten schwierig sind. Sie beruhen in der Regel auf einem Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen auf der Basis bisheriger Mobilitätsmuster“ (ebenda: 6).

Akzeptanz, so wurde im vorangegangenen Abschnitt argumentiert, kann sich weder auf der individuellen noch auf der gesellschaftlichen Ebene alleine einstellen. Vielmehr geht es darum, wie verschiedene gesellschaftliche Akteure – das können im Zusammenhang mit dem autonomen Fahren VerkehrsteilnehmerInnen allgemein sein, aber auch künftige potenzielle NutzerInnen, ganze Organisationen, Institutionen oder wirtschaftliche und politische Akteure – der Technik insgesamt und im Verlauf ihrer (Weiter)Entwicklung auch ihren Herausforderungen begegnen und diese bewerten. Das Ziel von Akzeptanzforschung kann dann zum Beispiel sein, „Gestaltungspotenzial für gesellschaftliche Herausforderungen zu identifizieren und technologische Optionen im Hinblick auf ihren Problemlösungsbeitrag zu prüfen“ (Hüsing et al. 2002: C). Dieser soziologischen Perspektive folgt die Arbeit: Akzeptanz des autonomen Fahrens wird über Einstellungen und Werthaltungen gegenüber der Technik sowie im Rahmen ihrer

alltagspraktischen Einbettung und der Einbettung in ein (sich möglicherweise wandelndes) soziotechnisches System betrachtet.

Weil Akzeptanz sich nicht nur auf verschiedenen Ebenen vollzieht, sondern auch das Ergebnis eines komplexen individuellen und kollektiven Bewertungs- und Aushandlungsprozesses und manchmal sogar von relativ unspezifischen „Befindlichkeiten“ (Grunwald 2005: 55) ist, stellt sich die Frage, wie dieser Prozess messbar und damit empirisch zugänglich gemacht werden kann. Analytisch kann das Spannungsfeld der Akzeptanz „als Beziehung zwischen Akzeptanzsubjekt, Akzeptanzobjekt und Akzeptanzkontext“ (Lucke 1995: 89) gefasst werden (siehe Abbildung 2). Mit dieser Dreiecksbeziehung orientiere ich mich an vorangegangenen Arbeiten zur Akzeptanz (vgl. Schäfer-Keppler 2013, Schweizer-Ries et al. 2010, Sauer et al. 2005, Hüsing et al. 2002, Lucke 1995). Die Differenzierung der drei Hauptelemente ermöglicht es, aus ihnen spezifische Fragestellungen abzuleiten. Nachfolgend werde ich auf die genannten Elemente kurz eingehen und erläutern, wo ich zusätzliche Ergänzungen bzw. Modifikationen vorgenommen habe.

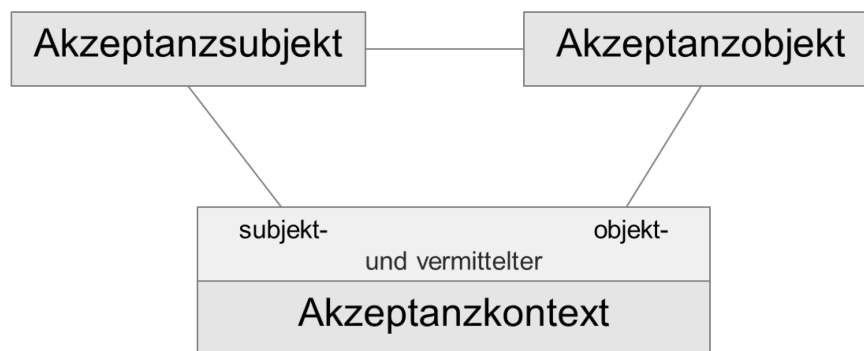


Abbildung 2: Akzeptanzsubjekt, -objekt und -kontext (angelehnt an Lucke 1995: 89)

3.1.1 Akzeptanzobjekt

Das Akzeptanzobjekt beschreibt nicht unbedingt ein Objekt im eigentlichen Sinn, sondern bezieht sich ganz allgemein auf die Auseinandersetzung mit „Angebotenem, Vorhandenem oder Vorgeschlagenem“ (Lucke 1995: 89). Dies kann Technik bzw. Technologie sein, es können aber auch Artefakte aller Art bzw. Personen, Einstellungen, Meinungen, Argumente, Handlungen oder gar die dahinterstehenden Werte und Normen als Akzeptanzobjekte betrachtet werden. Ein Akzeptanzobjekt erfährt seine Bedeutung wiederum erst durch individuell oder gesellschaftlich vorgenommene Zuschreibungen. Dahinter steht die Annahme, dass Technik und Technologie keine Bedeutung per se haben, sondern diese erst im Zusammenhang mit der Erfüllung sozialer Funktionen, menschlichem Handeln und der Einbettung in gesellschaftliche Strukturen erlangen (vgl. Geels 2005a). Autonomes Fahren wird demnach erst über solche spezifischen individuellen und gesellschaftlichen Zuschreibungen in Wert gesetzt bzw. in einen Zusammenhang gestellt. Die zentralen Fragestellungen vor diesem Hintergrund sind dann, welche spezifischen Funktionen autonomes Fahren (z.B. aus NutzerInnensicht) erfüllen kann und welche individuelle und gesellschaftliche Bedeutung die Technik darüber erfährt.

3.1.2 Akzeptanzkontext

Der Akzeptanzkontext beschreibt das soziale, gesellschaftliche, räumliche oder zeitliche Umfeld, in dem ein Akzeptanzobjekt zu einem Akzeptanzsubjekt (siehe nächster Abschnitt) in Bezug gesetzt wird. Damit kann es immer nur in Abhängigkeit von diesen beiden betrachtet werden. Der Kontext des autonomen Fahrens ist wesentlich über das soziotechnische System bestimmt, in das die Technik diffundiert bzw. künftig diffundieren wird. Vor diesem Hintergrund geht es daher um die Frage, wie dieses System beschrieben werden kann, aber auch, welche systemischen Veränderungsprozesse mit der Einführung der Technik zu erwarten sind. Es ist zu klären, ob sich autonomes Fahren ‚nahtlos‘ in das bestehende System einfügt oder ob es die Bedeutung der (Auto)Mobilität und deren Normensystem grundlegend verändern wird.

Um insbesondere den transformativen Charakter von Technikdiffusion zu beleuchten, habe ich für die Arbeit auf der analytischen Ebene des Akzeptanzkontexts Ansätze aus der soziotechnischen Transformationsforschung in Form der Multi-Level-Perspektive (vgl. Geels 2010) ergänzt. Sie berücksichtigt die vielfältigen und komplexen Beziehungen zwischen technischen Artefakten, handelnden Subjekten, sozialen Funktionen und Bedeutungszuschreibungen, Marktakteuren und exogenen Strukturen und zeigt auf, auf welche Weise Veränderungen in einem soziotechnischen System vollzogen werden. Dabei wird insbesondere auch auf den prozessualen Charakter von Transformationen verwiesen, die typischerweise nicht plötzlich, sondern vielmehr graduell und langfristig von statten gehen.¹⁵

3.1.3 Akzeptanzsubjekt

Ein Akzeptanzsubjekt ist in der Literatur darüber definiert, dass es Einstellungen in Bezug auf den Gegenstand der Akzeptanz entwickelt bzw. über diese verfügt und sie gegebenenfalls auch mit entsprechenden Handlungen verbindet (vgl. Hüsing et al. 2002, Lucke 1995). Der Begriff „Subjekt“ bezeichnet in diesem Zusammenhang allerdings nicht nur Individuen, sondern kann sich auch auf Gruppen, Institutionen oder die Gesellschaft als Ganzes beziehen.

Eine Annäherung an die Akzeptanzsubjekte von autonomem Fahren kann derzeit z. B. über NutzerInnen des Verkehrssystems hergestellt werden, die künftig entweder aktiv oder passiv mit der Technik zu tun haben. Infrage kommen also demnach alle, die in irgendeiner Form, sei es als AutofahrerInnen, RadfahrerInnen oder FußgängerInnen, am aktuellen Straßenverkehrssystem teilhaben. Weitere relevante Akzeptanzsubjekte sind darüber hinaus etwa EntwicklerInnen und IngenieurInnen, PolitikerInnen und UnternehmerInnen oder auch öffentliche Forschungsinstitutionen.

Während bei Lucke und anderen insbesondere Einstellungen (in Form von Werthaltungen, Einschätzungen, etc.) des Akzeptanzsubjekts erfasst werden, habe ich diese Dimension in meiner Arbeit um den Aspekt der (Handlungs-)Praktiken (vgl. Reckwitz 2002) ergänzt. Dahinter steht die Annahme, dass einstellungsbasierte Ansätze „notwendigerweise auf Distanz zur Technik, ihrer

¹⁵ Eine ausführliche Auseinandersetzung mit dem MLP-Ansatz im Zusammenhang mit autonomem Fahren findet in Kapitel 7.1 statt.

Genese und ihren Nutzungsformen und den damit verbundenen Chancen und Risiken [bleiben]. Der Forschungsgegenstand wird mit Wahrnehmungsparametern *gegenüber* der Technik erfasst, statt den je spezifischen Risiko- und Nutzenpotentialen *von* sehr differenten Techniken in ihrem jeweiligen gesellschaftlichen Kontext Rechnung zu tragen“ (Petermann & Scherz 2005: 46). Damit ergänzt die Perspektive auf Praktiken einstellungsbasierte Ansätze um soziale Interaktions- und Aushandlungsprozesse sowie handlungsleitende Strukturierungen bzw. Orientierungen. Auf diese Weise können Entstehungsprozesse der Technikgenese und die Beziehung zwischen individueller Handlungsfähigkeit und strukturellen Beschränkungen (also der Frage nach dem Verhältnis zwischen Individuum und Gesellschaft) in den Blick genommen werden.¹⁶

3.2 Schlussfolgerungen

Die Erforschung von Akzeptanz muss über eine reine Individualebene und damit über die Erfassung von Einstellungen, Motivationen und Bewertungen hinausgehen und auch den gesellschaftlichen Kontext mitbetrachten. Gemeint ist damit, das Verkehrssystem mitsamt seinen Akteuren als „soziotechnisches“ System in den Blick zu nehmen und die wechselseitigen Interaktionen, Aushandlungs-, Deutungs- und Interpretationsprozesse zu betrachten, die sich im Zusammenhang mit der Technikentwicklung zum autonomen Fahren vollziehen. Um diese individuellen und gesellschaftlichen Aspekte gleichermaßen zu berücksichtigen und insbesondere deren Verschränkungen in den Blick zu nehmen, habe ich für die Arbeit soziologische Ansätze genutzt, die sich dieser Beziehungen auch forschungspraktisch angenommen haben. Gleichzeitig haben sich im Laufe der theoretischen wie auch empirischen Auseinandersetzungen und Analysen einige Desiderate der bestehenden Ansätze ergeben, und ich habe die analytische Dreiecksbeziehung von Akzeptanzobjekt, -kontext und -subjekt um weitere Ansätze ergänzt. Diese werden in den jeweiligen Kapiteln ausführlich diskutiert.

¹⁶ Eine ausführliche Auseinandersetzung mit praxistheoretischen Ansätzen findet in Kapitel 8.1 statt.

4 Forschungsdesign und Methodik

„Jeder Teil der wissenschaftlichen Suche muss – ebenso wie der vollständige wissenschaftliche Akt selbst – dem widerspenstigen Charakter der untersuchten empirischen Welt entsprechen“ (Lamnek 2010: 75).

Angelehnt an dieses Zitat aus einem umfassenden Werk zur qualitativen Sozialforschung, wird der Arbeit ein offenes und qualitatives Forschungsdesign zugrunde gelegt. Damit ist allerdings keine „Absage an die Notwendigkeit jeglicher Begriffspräzisierung“ (Lucke 1995: 87) zu verstehen. Vielmehr bezieht sich das Zitat auf eine Kritik an empiriefernener Theorie-, Konzept- und Begriffsbildung, bei der eine Gewinnung neuer Erkenntnisse von vornherein durch deduktionistische Verfahren erschwert wird, die im Grunde „fertige Etiketten“ (ebenda: 88) auf noch unerforschte Gegenstände anbringen. Offenheit im Sinne des qualitativen Forschungsprozess meint daher, dass Theorieentwicklung und Themenstrukturierung eng am Forschungsgegenstand und damit auch an der Empirie erfolgen müssen (vgl. Hoffmann-Riem 1980: 343).

Eine qualitative Forschungslogik erscheint insbesondere auch dann geeignet, wenn ein Forschungsgegenstand grundlegend exploriert werden soll. Qualitativ forschen meint hier, dass ein lineares Forschungsprozessvorgehen zugunsten iterativer Schritte aufgegeben wird, das dann auch die Offenheit des Forschungsansatzes gegenüber den Forschungsgegenständen spiegelt. Im Sinne des Verständnisses qualitativer sozialwissenschaftlicher Forschung unterliegt grundsätzlich der gesamte Forschungsprozess dem qualitativen Paradigma. Das heißt, dass sich auch Theorien über die jeweiligen Gegenstandsbereiche als interpretative Prozesse zu vollziehen haben, wenn davon ausgegangen wird, dass „Deutungen die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit formen“ (Lamnek 2010: 32). Wenn qualitative Forschung dies leistet, kann sie den Forschungsgegenstand nicht nur (deskriptiv) beschreiben, sondern zu diesem auch gegenstandsbezogene oder formale Theorien aufstellen. Vielfach wird qualitativer Forschung unterstellt, dass sie zwar in der Lage ist, ‚spannende Geschichten‘ zu erzählen, dass aber die Fragen nach theoretischer und/oder praktischer Relevanz dieser Geschichten meist gar nicht gestellt werden und damit auch nicht mehr Teil der Forschungsprozesses sind (vgl. Häußermann 2012). Wenn theoretische und methodologische Grundprinzipien im Zusammenhang mit dem Forschungsgegenstand und dem Forschungsvorhaben aber ‚übersprungen‘ werden, bedeutet das meist, dass nur einzelne Forschungsschritte qualitativen Paradigmen unterliegen (z.B. die Auswahl der Untersuchungseinheiten und die Datenerhebung). Andere Schritte (wie z.B. die Interpretation von Ergebnissen oder die Beziehungen zwischen den erhobenen Daten) werden dann weiterhin eher einer normativ-quantitativen Forschungslogik unterworfen.

Hypothesen, die im Laufe der Arbeit (am Datenmaterial sowie über umfangreiche Literaturstudien) entstanden sind, sollen – dies war ein Ziel der Arbeit – im Laufe des Forschungsprozesses präzisiert, modifiziert und wo nötig revidiert werden. Die Arbeit leistet dabei keinen grundlegenden Beitrag zur Jahrzehnte andauernden Methodendiskussion, bei der bis heute

teilweise erbittert die Frage diskutiert wird, ob Methoden aus dem quantitativen oder dem qualitativen Forschungsparadigma geeigneter erscheinen, Phänomene der sozialen Wirklichkeit zu untersuchen (vgl. Mey und Mruck 2010, Groeben 2006, Hitzler 2002). Eher soll es darum gehen, gegenstandsbezogen die Frage zu adressieren, welche Theorien, Methodologien und Methoden sinnvoll und angemessen erscheinen, um dem untersuchten Gegenstand – der Akzeptanz autonomen Fahrens – gerecht zu werden. Gleichzeitig wird aber im Schlusskapitel der Arbeit sehr wohl die Frage diskutiert, welche spezifischen Potenziale und Herausforderungen, Chancen und Grenzen sich vor dem Hintergrund des gewählten Forschungsdesigns für die (geographische) Verkehrs- und Mobilitätsforschung identifizieren lassen. Solche Überlegungen basieren nicht zuletzt auf der These, dass sich das methodische Instrumentarium der genannten Forschungsdisziplinen zwar inhaltlich und methodisch stark pluralisiert hat, dass dies aber noch zu selten auch zu intensiver theoretischer, methodologischer und methodischer Reflexion führt.

4.1 Methodentriangulation zur Erforschung von Akzeptanz autonomen Fahrens

Die Kluft zwischen qualitativen und quantitativen Verfahren erscheint – vor allem im deutschsprachigen Raum – seit jeher tief, und Verknüpfungen beider Ansätze scheitern daher nicht selten an erkenntnistheoretischen Unterschieden oder an fehlender Methodenkompetenz auf beiden Seiten. Aber auch die Verbindung von unterschiedlichen qualitativen Ansätzen ist, zumindest methodologisch betrachtet, nicht einfach und vor allem nicht immer logisch zu vollziehen. Gleichwohl ist die sogenannte Methodentriangulation – worunter im Allgemeinen die „Kombination von Methoden bzw. Methodologien sowie Theorien zur umfassenden Untersuchung eines Phänomens“ (Lamnek 2010: 682) verstanden wird – in der Forschungspraxis schon lange gang und gäbe und mittlerweile recht häufig praktiziert¹⁷. Dies gilt auch für die Kombination von qualitativen mit quantitativen Methoden; eine sehr typische Verknüpfung ist zum Beispiel diejenige von qualitativen (Leitfaden-)Interviews mit quantitativer Fragebogenerhebung; oft nimmt der qualitative Teil dabei einen explorativen Charakter an: Er geht dem quantitativen Teil voraus, der meist die Form einer standardisierten Befragung annimmt („verallgemeinerndes sequenzielles Design“ vgl. Creswell 2014).

Die Verbindung von quantitativen mit qualitativen Methoden ist innerhalb der empirischen Sozialforschung zwar die geläufigste Kombination, und unter den Stichworten „Methodentriangulation“, und „Methodenmix“¹⁸ wird gemeinhin auch genau diese Form verstanden (vgl. Kuckartz 2014, Flick 2011, Lamnek 2010). Im Zusammenhang mit der

¹⁷ Ursprünglich kommt die Forderung nach einem stärker forschungspraktisch ausgerichteten Methodenmix aus dem angloamerikanischen Raum, wo ideologische und methodologische Grabenkämpfe weit weniger ausgeprägt sind als hierzulande (vgl. Burzan 2015: 2).

¹⁸ Die Begriffe werden immer wieder auch im Zusammenhang mit dem „mixed methods“-Ansatz genannt – der in den 1980er Jahren im angloamerikanischen Raum entstandene Begriff bezeichnet wiederum tatsächlich ausschließlich die Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden und hat sich mittlerweile breit etabliert; vor diesem Hintergrund wird häufig auch von einem „dritten Paradigma“ gesprochen (vgl. Creswell 2014, Kuckartz 2014, Tashakkori und Teddlie 2003).

vorliegenden Arbeit und insbesondere den in ihr verwendeten empirischen Methoden soll an dieser Stelle aber der Einsatz von unterschiedlichen qualitativen Methoden diskutiert werden. Als Bezeichnung für die Verknüpfung von verschiedenen Methoden verwende ich im Folgenden den Begriff ‚integrativ‘ – das sei als Hinweis darauf zu verstehen, dass es sich nicht um eine reine Addierung verschiedener Ansätze handelt, sondern dass gemeinsame Fragestellungen den ausgewählten Methoden zugrunde liegen.

Im Forschungsfeld zur Akzeptanz des autonomen Fahrens ist man derzeit noch – wie bereits in Kapitel 3.1 beschrieben – mit forschungspraktischen Herausforderungen konfrontiert, die dem Forschungsgegenstand inhärent sind und an dieser Stelle nochmals kurz zusammengefasst werden sollen:

Autonome Straßenfahrzeuge sind derzeit praktisch nur über eine hypothetische Annäherung zu erfassen. Weder können wirkliche Analogien zu bestehender Technik (im Verkehrssystem) hergestellt werden, noch gibt es bisher alltagspraktische NutzerInnenenerfahrungen mit dem autonomen Fahren.

Zu Beginn der Arbeit an der Dissertation lagen noch kaum empirische Untersuchungen zur Akzeptanz des autonomen Fahrens vor. Die wenigen vorhandenen Studien stammten alle aus der Markt- und Meinungsforschung und zeigten insgesamt ein eher ambivalentes Bild.

Bis heute existiert jenseits spezifischer wissenschaftlicher oder technischer Fachdisziplinen kein einheitliches Begriffsverständnis zum autonomen Fahren, weshalb insbesondere standardisierte und direktivere¹⁹ Formen der Befragung zwangsläufig der Herausforderung begegnen, dass die Befragten möglicherweise unterschiedliche Vorstellungen von der Technik haben, die in unterschiedlichen Einschätzungen und Bewertungen resultieren können.

Autonomes Fahren wurde bisher weitestgehend als isolierte Technik betrachtet. Damit bleibt sie jedoch losgelöst von ihrem soziotechnischen Kontext und berücksichtigt beispielsweise nicht die Integration in und Anlehnung an bestehende Mobilitätsmuster und -systeme. Insgesamt wird so den Beziehungen zwischen Technik (Akzeptanzobjekt), NutzerInnen (Akzeptanzsubjekt) und Gesellschaft (Akzeptanzkontext) zu wenig Rechnung getragen.

Um den genannten Aspekten im Forschungsprozess angemessen zu begegnen und damit Akzeptanz des autonomen Fahrens ‚messbar‘ zu machen bzw. zu operationalisieren, wurde das Forschungsdesign offen gestaltet und im Forschungsverlauf immer wieder angepasst. Im Folgenden wird das methodische Vorgehen kurz erläutert.

¹⁹ Direktive stehen im Gegensatz zu non-direktiven Befragungsformen. Bei direktiven Befragungen werden Fragen in einem Gespräch gezielt gestellt, um vorab definierte Informationen einzuholen und den Gesprächsverlauf zu lenken. Häufig werden Fragen dabei z.B. in geschlossener Form gestellt. Bei non-direktiven Gesprächen dagegen ist der Gesprächsverlauf offen – Fragen werden so gestellt, dass sie das Gegenüber gezielt dazu animieren, eigene Perspektiven, Erfahrungen, Gedanken und Gefühle einzubringen.

4.1.1 Explorationsstudie unter Verwendung der Qualitativen

Inhaltsanalyse

Um den Forschungsgegenstand zu explorieren, wurde im Sinne eines heuristischen, suchenden Vorgehens zunächst eine Annäherung an das Akzeptanzobjekt angestrebt: Es galt, zu erfassen, was aus der Perspektive von potenziellen künftigen NutzerInnen von autonomen Fahrzeugen überhaupt unter der Technik verstanden wird und welche Bewertungen mit diesen Perspektiven einhergehen. Um die oben genannten Schwierigkeiten im Zusammenhang mit direktiven Befragungsformen zu umgehen, wurde ein qualitatives Verfahren gewählt, mit dessen Hilfe eine möglichst umfassende Menge an Aussagen zum autonomen Fahren erfasst, analytisch aufbereitet bzw. kategorisiert und interpretiert werden konnte. Zu diesem Zweck wurde die Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) angewandt, ein Verfahren, das besonders geeignet ist, größere Datenmengen zu bearbeiten. Gleichwohl verbleiben die Ergebnisse einer solchen Analyse auf einem eher deskriptiven Niveau: Die Ergebnisse konnten zeigen, *was* zum autonomen Fahren derzeit an Einschätzungen, Werthaltungen, etc. existiert. Eine ausführliche Darstellung des methodischen Vorgehens sowie Erkenntnisse aus der Explorationsstudie finden sich in Kapitel 6.1.

Um aufzuzeigen, in welchen gesellschaftlichen aber auch alltagspraktischen Rahmen die Einstellungen zum autonomen Fahren eingebettet sind und auf diese Weise zu stärker erklärenden Aussagen zu gelangen, war es nötig, die Explorationsstudie um weitere Analysen zu ergänzen.

4.1.2 Erfassung von soziotechnischen Veränderungsprozessen mit der

Multi-Level-Perspektive

Um den Akzeptanzkontext zu analysieren, wurde die Frage adressiert, in welches soziotechnische System autonomes Fahren eingebettet ist und welche Veränderungen die Technikeinführung erwarten lässt. Dazu wurden in interdisziplinärer Zusammenarbeit in ExpertInnenworkshops (im Villa Ladenburg Projekt) sowie über die Auswertung bestehender Studien und ausgehend von unterschiedlichen Anwendungsfällen des autonomen Fahrens (Wachenfeld et al. 2015) drei Szenarien entwickelt und anschließend auf ihre jeweils spezifischen Implikationen hin untersucht und ausgewertet. Als Analyseraster diente die Multi-Level-Perspektive (vgl. Geels 2010), mit deren Hilfe mögliche Transformationsprozesse im soziotechnischen System auf unterschiedlichen Ebenen erfasst werden können. Eine ausführliche Darstellung des methodischen Vorgehens sowie die Erkenntnisse der Untersuchung zu soziotechnischen Veränderungsprozessen im Zusammenhang mit dem autonomen Fahren finden sich in Kapitel 7.1.

4.1.3 Erfassung von handlungsleitenden Orientierungen zu bestehenden

Mobilitätspraktiken mit Gruppendiskussionen

Über die Ergebnisse der Explorationsstudie konnten unter anderem mögliche Verbindungslinien zu bestehenden Mobilitätsmustern und -praktiken aufgezeigt und damit bereits ein erster Bezug zu den Akzeptanzsubjekten des autonomen Fahrens hergestellt werden. Um die Frage zu beantworten, welche handlungsleitenden Orientierungen hinter diesen Mustern und Praktiken stehen und welche Erkenntnisse daraus zur Akzeptanz des autonomen Fahrens abgeleitet werden

können, wurden Gruppendiskussionen nach der dokumentarischen Methode (Bohnsack et al. 2013) durchgeführt. Die Methode wird angewendet, um den Zusammenhang zwischen subjektiven Bedeutungs- und Sinnzuschreibungen und kollektiv-strukturellen Orientierungsmustern herauszuarbeiten. Sie gründet auf der Annahme, dass subjektive (individuelle) Äußerungen immer auch in soziale Zusammenhänge eingebunden sind – bzw. „dass Sinn- und Bedeutungszuschreibungen, Lebensorientierungen usw. primär sozial konstituierten, gemeinsamen Erfahrungsräumen entstammen und sich im Miteinander von Menschen mit gleichen oder ähnlichen Erfahrungen zeigen“ (Lamnek 2010:389 f.), weshalb Gruppendiskussionen hier ein besonders geeignetes Erhebungsinstrument darstellen. Eine ausführliche Darstellung des methodischen Vorgehens sowie die Erkenntnisse aus den Gruppendiskussionen finden sich in Kapitel 8.1.

Die Ergebnisse der drei analytisch getrennten Untersuchungen stehen jeweils für sich. Aus jeder Studie ist ein Artikel entstanden. In Kapitel 9 werden die zentralen Erkenntnisse allerdings nochmals aufgegriffen und dahingehend diskutiert, welche theoretischen, methodologischen und forschungspraktischen Implikationen für den Forschungsgegenstand und insbesondere auch für künftige Forschungen zur Akzeptanz des autonomen Fahrens abzuleiten sind.

5 Operationalisierung der Hauptfragestellung

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die wesentlichen Forschungsfragen bereits an unterschiedlichen Stellen eingeführt. Zur besseren Übersichtlichkeit sind sie nachfolgend nochmals zusammengefasst. Angelehnt an die umfangreiche Arbeit zu Akzeptanz von Lucke (1995) folgt die Dissertation in ihrem Aufbau dabei der analytischen Trennung von Akzeptanzsubjekt, -objekt und -kontext. Die Hauptfragestellung wurde auf diese Weise untergliedert, operationalisiert und damit der forschungspraktischen bzw. empirischen Annäherung zugänglich gemacht.

Wodurch ist die individuelle und gesellschaftliche Akzeptanz des autonomen Fahrens zum gegenwärtigen Zeitpunkt konstituiert?

Akzeptanzobjekt:

Welche Perspektiven und Werthaltungen werden autonomem Fahren und autonomen Fahrzeugen derzeit von VerkehrsteilnehmerInnen entgegengebracht?

Wie können diese Perspektiven und Werthaltungen strukturiert werden?

Welche Varianzen existieren in den Wahrnehmungen und Bewertungen, die sich beispielsweise in kulturellen und sozialen Unterschieden äußern?

Mit welchen Themen ist autonomes Fahren assoziiert?

Akzeptanzkontext:

In welches soziotechnische System ist autonomes Fahren eingebettet?

Welche systemischen Veränderungen und Wirkungen können mit einer Einführung autonomer Fahrzeuge einhergehen?

Wie beeinflussen diese Veränderungen und Wirkungen die Entwicklung zum autonomen Fahren?

Akzeptanzsubjekt:

Wie können Perspektiven und Werthaltungen zum autonomen Fahren im Zusammenhang mit Einstellungen und Orientierungen zu Autonutzung und -besitz interpretiert werden?

In welchen Kontext von Alltagspraxis und sozialen Orientierungsrahmen ist die heutige Autonutzung eingebettet?

Welchen Einfluss auf die Akzeptanz des autonomen Fahrens lassen derzeitige Einstellungen und Orientierungen zu Autonutzung und -besitz erwarten?

6 Objekt

“Das Auto hat doch vor allem diesen fast ubiquitären Charakter, weil es so praktisch ist. Ich fände es praktischer, wenn ich mir so ein auto-Auto online an meine Haustür sekundengenau ordern kann und mich vor jedem Ziel absetzen lassen kann, ohne mich um den Parkplatz zu kümmern. Wenn diese Zukunftsvision möglich wird: Goodbye Porsche.”

„Wo bleibt da der Spaß am Selbstfahren? Technik hin oder her: Ich möchte selbst bestimmen über mein Fahrzeug und kein Computer“

(Anonyme Online-Kommentare zum autonomen Fahren, 2012)

Weil zum autonomen Fahren (naturgemäß) auf NutzerInnenseite bisher kaum Wissen und noch keine Erfahrungswerte (z.B. in Form von Routinen und Handlungen bzw. Verhalten) existieren, werden im nachfolgenden Artikel „**Automated Driving. Individual and Societal Aspects**“, der 2014 in Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board of the National Academies (No. 2416) veröffentlicht wurde, Aussagen von VerkehrsteilnehmerInnen zum Thema exploriert und strukturiert. Die qualitative Explorationsstudie erfasst damit ein erstes Meinungsbild zum autonomen Fahren. Aufbauend auf dieser systematisch fundierten Strukturierung des Themas aus Sicht von VerkehrsteilnehmerInnen wird im Beitrag analysiert, welche möglichen Varianzen in der Wahrnehmung und Einschätzung des autonomen Fahrens (heute) vorhanden sind und in welchen Rahmen diese Varianzen eingebettet sind.

Für die Studie wurde eine qualitative Inhaltsanalyse (vgl. Mayring 2010) durchgeführt, mit deren Hilfe insgesamt 1060 Aussagen kodiert und systematisiert werden konnten. Die Daten entstammen dabei Kommentaren zu Online verfügbaren Artikeln zum autonomen Fahren von September 2012. Sie wurden im Zeitraum zwischen Ende 2012 und Anfang 2013 erhoben und ausgewertet. Die Methode ermöglicht eine Aufbereitung von textlichen Äußerungen, um deren subjektiv gemeinten (latenten) Sinn zu entschlüsseln.

Perspektivhaltungen zum autonomen Fahren, das konnte die Explorationsstudie unter anderem zeigen, sind derzeit noch stark am physischen Objekt Fahrzeug orientiert und lassen insgesamt ein eher positives Meinungsbild gegenüber der Technik erkennen. Vergleiche zwischen deutschen und US-amerikanischen Aussagen zum autonomen Fahren geben Hinweise auf soziokulturelle Unterschiede in der Auseinandersetzung mit der Technik. Perspektiven, die sich mit der Einbettung der Technik in ein (soziotechnisches) System befassen und die in Verbindung mit dem bestehenden Normen- und Wertesystem von Autonutzung und -besitz stehen, geben erste Hinweise darauf, dass künftige Untersuchungen diese Zusammenhänge stärker in den Blick nehmen müssen, um die Akzeptanz des autonomen Fahrens über individuelle Einstellungen hinaus und in einem gesellschaftlichen Kontext erfassen zu können.

6.1 Automated Driving – individual and societal aspects

Eva Fraedrich*

Humboldt-University Berlin, Geography Department – Transport Geography

Unter den Linden 6, 10099 Berlin, Germany

Phone: +49 30 2093 6863, Fax: +49 30 2093 6856

E-mail: eva.fraedrich@geo.hu-berlin.de

Barbara Lenz

German Aerospace Center, Institute of Transport Research

Rutherfordstraße 2, 12489 Berlin, Germany

Phone: +49 30 67055 206, Fax: +49 30 67055 283

E-mail: barbara.lenz@dlr.de

* Corresponding Author

Veröffentlicht 2014 in Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board of the National Academies (No. 2416). S. 64-72.

Abstract

Having entered public and scientific debate only recently, automated driving is a fresh topic. It is increasingly acknowledged that automated driving requires broader examination, beyond technical issues, to include individual and societal acceptance, which is a prerequisite for its implementation. The challenge for empirical research, however, is that nonprofessional individuals have little knowledge of and usually no experience with driverless cars. The paper presents an innovative approach to explore and structure the acceptance of automated driving. This study was made by analyzing comments on German and U.S. print media website articles. The statements were scanned for topics discussed by the participants. The method applied three steps: statement collection, issue categorization, and importance and connotation assessment (positive and negative). Further analysis involved contrasting German and U.S. comments. The results indicated a heterogeneous discussion of automated driving in both countries without, however, being evidently for or against it. Although the U.S. statements addressed societal aspects much more, the Germans often focused on liability questions. The method proved relevant in structuring the topic and laying a solid foundation for empirical research on a new mode of transportation's acceptance.

6.1.1 Introduction

Although the realization of road transport with fully automated vehicles still seems to be some way off, the discourse on automated driving is gathering noticeably in pace. Alongside purely technical issues, more and more frequently bound up in this debate are the legal and liability frameworks, future human–machine communication and data transfer, security, and safety. Simultaneously, there is consensus that individual and societal acceptance is a prerequisite when introducing automated road vehicles (1). Automated driving has hardly been examined beyond technical questions, however. There are isolated examples of cultural studies and humanities papers studying how driverless cars and “automated roads” are embedded in nations’ economic and social development (2). Sociology and psychology have extensively dealt with the relationships between people and automated systems, both theoretically and empirically (3, 4). How automated driving’s future users, and all other transport users, perceive the new system has received no attention to date; however, this perception is critical for the system’s potential success (5, p. 197). This lack of attention may be attributable to the considerable methodological difficulties encountered in surveying the perception and acceptance of automated driving. Surveys directly checking opinions and assessments are problematic, in that neither broad knowledge nor actual experience of automated driving can be assumed. One would therefore presume that such opinions only have limited validity, because the survey’s subject is only little known and not clearly definable for the respondents. Peters and Dütschke certainly suggest as much in their study on the electric mobility’s acceptance: “Surveys of potential users by questionnaire, for example, of whether and under what circumstances they would be prepared to buy an electric car, have the problem that the new, still little-known system of electric mobility is difficult to assess for consumers. Such opinions generally rest on a comparison with conventional vehicles, on the basis of previous mobility patterns” (6, p. 6, authors’ translation). This statement also holds true for automated driving, because of users’ as yet completely nonexistent experience of it. The term “automated driving” refers to fully automated motorized personal road transport (individual passenger travel). Following NHTSA, an automated car “is designed to perform all safety-critical driving functions and monitor roadway conditions for an entire trip. Such a design anticipates that the driver will provide destination or navigation input, but is not expected to be available for control at any time during the trip. This includes both occupied and unoccupied vehicles. By design, safe operation rests solely on the automated vehicle system” (7, p. 5). In automated driving, then, all driving tasks are completely automated and the vehicle’s occupants are no longer on hand even as a backup.

Only a few analyses have looked at aspects of automated driving’s acceptance and they give a relatively heterogeneous picture. Studies show a basic resistance in the majority of car users to handing over control of their vehicle to a machine (8). Conversely, other current polls have demonstrated that, particularly for drivers aged 19 to 31 years, driving itself is often bothersome; the task of driving hinders activities rated as more important, such as texting while driving. “Regulation keeps trying to say texting is distracting to driving but for the consumer it is really the driving that is distracting to texting” (9, p. 2). An initial poll on Europeans’ wishes for future cars has also shown that some two-thirds of respondents are rather open-minded about automated driving (10).

In light of the few available studies' incoherence and arbitrariness, and the object of the study's methodological challenges, the authors' objective has been to adequately develop and structure the topic of automated driving from the perspective of those who will be affected by it: its potential users and all other transport users. This study also aims to obtain the first hints of potential variance in perception and opinion. To this end, the authors looked at what differences can be seen between various cultural and social spheres, in this case Germany and the United States, who have already been among those countries setting the tone in the debate surrounding automated driving. Such an explorative approach forms the cornerstone for future studies on the acceptance of automated driving, an area of growing transport research interest. The authors have followed studies that examine how vehicle use and ownership are both influenced by individual attitudes, motivations, and personal lifestyles, and also more functional and rational considerations (11–13). As expected from findings of those studies, drivers' subjective perception and evaluation of automated driving operate on two levels: first, object-related and rationally perceived; and second, subject-related and affective, with strongly individual appraisal. Most topics that appear in the comments that were analyzed are similar in Germany and the United States. Comments concerning the perceived features accompanying automated driving above all associate it with safety and comfort, while the negative assumptions in them mainly involve social consequences such as loss of freedom and jobs. Regarding commenters' personal assessments of automated driving, the Germans view it somewhat more positively overall than the Americans. Statements made in the United States, in contrast, are more frequently colored with sociopolitical themes. The overall picture found here, though, is of rather ambivalent public opinion; a clear for or against automated driving cannot be derived from these results.

The first section discusses the methodological approach for how the various aspects of subjective perception have been measured and what findings may be generated in the process. There follows a discussion of the findings in view of future studies, which will have to be more strictly focused on specific user groups and also on cultural and country-specific differences and their significance.

The present paper is embedded in a research alliance of universities and extramural research institutions in Germany and the United States. This shared project is examining automated driving in manifold areas in both countries, thereby looking at the embedment in societal, economic, and political development. This research is financed with funds from the Daimler and Benz Foundation.

6.1.2 Methodological Approach

As a first step, the perspectives on automated driving of all those using the transport system today and in the future were considered. It is assumed that those posting online comments on the forums that were examined are current users of the transport system. This explorative approach was designed to gain systematic and well-founded insights into what attitudes, expectations, and evaluations concerning automated driving currently exist. The methodological approach was to evaluate the reception of online articles of widely distributed print media, which can be followed in the form of online comments by users. This approach enables the structuring of the topics

discussed. The approach particularly references the assumption that media discourse decisively influences individual and societal opinion formation (14). Jäger and Jäger characterize the discourse as a producer of societal acceptance that unfolds its impact “on the one hand as an effect on the individual and collective mass consciousness that is here ‘molded’; on the other in terms of power” (15, p. 32, authors’ translation).

What this means in practice is that reader comments were extracted on articles about automated driving on online news portals and were systematically evaluated by use of a qualitative document analysis. The inductive system of categories thus gained enables an initial view of how automated driving appears from potential future users’ point of view. Figure 1 provides a graphic scheme of the qualitative research design.

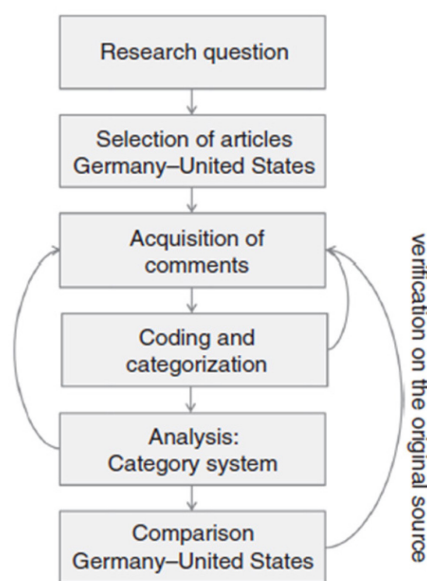


Figure 1: Qualitative research design

A criterion in selecting the 15 articles was that the online news portals where they were published reflect a representative picture of the German and U.S. print media landscapes and may also be assumed to be capable of molding current public discourse on automated driving. All news portals selected can be classified as daily newspapers and magazines whose print editions appear at least at the supraregional level. In Germany, this comprised *BILD.de* (16), *Die Welt* (17), *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (18), *Spiegel Online* (19–21), *Süddeutsche Zeitung* (22), and *Die Zeit* (23); for the United States, this included the *Los Angeles Times* (24), *New York Daily News* (25), *New York Times* (26), *San Francisco Chronicle* (27), *Wall Street Journal* (28, 29), and *Washington Post* (30). Just over 630 total reader comments from 12 online news portals were qualitatively (and in part also quantitatively) assessed. The cross-sectional comparison related to Google’s driverless cars obtaining approval for road use in California at the end of September 2012. Because of the anonymity of posting online comments, typically by the use of fantasy names or avatars, few or no particulars of the commenters are available.

Following Mayring, the comments were evaluated by use of a qualitative content analysis, an established standard procedure within qualitative social research (31). The objective of this analysis is to extract texts' meanings, particularly latent ones, with the aid of a systematic and intersubjectively verifiable analysis that satisfies interpretational requirements and the linguistic material's wealth of meaning. The close reading and structured evaluation of the data is designed so that outside observers can follow how findings are generated. The central instrument of a qualitative content analysis is the category system. Category formation, in particular, plays a significant role within qualitative research approaches, because it "strives for as naturalistic and close-to-the-object a depiction as possible of the materials without distortions arising from the researcher's assumptions, an understanding of the object in the language of the material" (31, p. 84, authors' translation). Figure 2 shows the evaluation's underlying procedural model of qualitative content analysis.

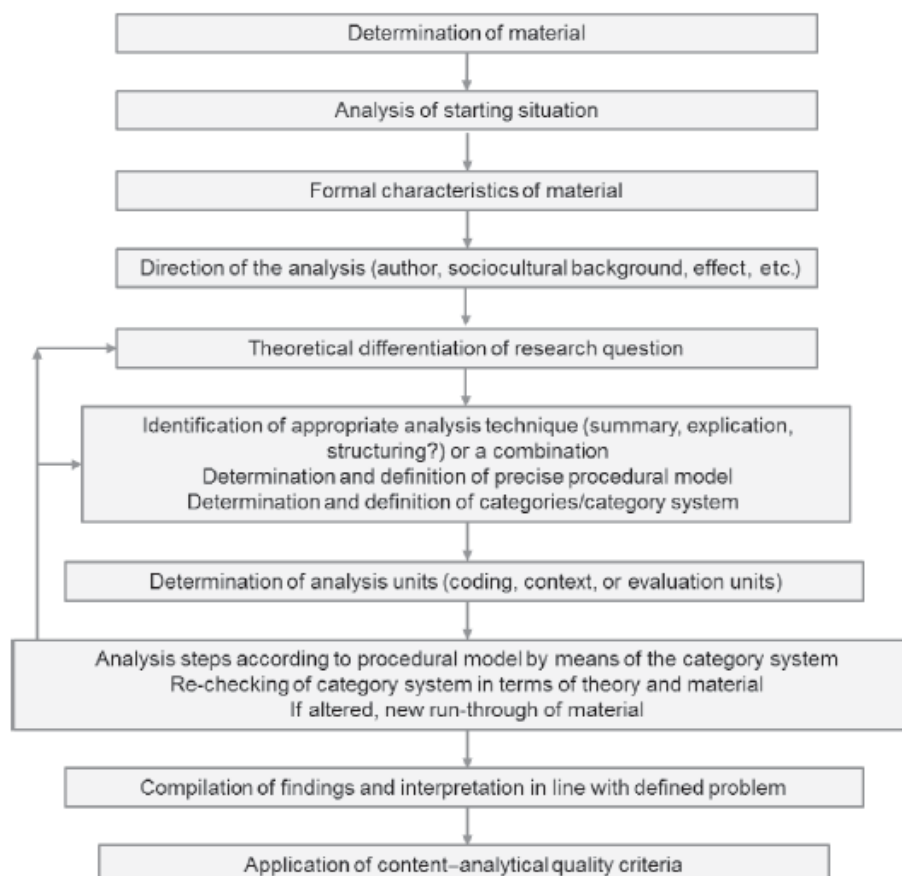


Figure 2: General model of content analysis procedure (31).

A summarizing content analysis was used. The result of the summary is an abstracted and linguistically standardized outline of the analytically relevant communications' contents (31). The category system, developed by use of the specified methodological procedure, describes the topics that the forum posters have discussed concerning automated driving and how they personally assess automated driving.

6.1.3 Evaluation

The category system derived from the comments on automated driving comprises more than 50 categories and subcategories distributed on two levels. The object-related level primarily involves the perceived and expected characteristics of automated driving and driverless vehicles themselves, associated legal and insurance questions, and ideas about possible developments within automated driving and beyond. Statements at this level are concerned with the object (i.e., automated vehicles or automated driving) and are geared more toward functional and rational considerations. The object-related categories are as follows:

1. Perceived features of automated driving and automated vehicles:

Positive:

- a) Safety and system reliability,
- b) Comfort and flexibility,
- c) Traffic optimization,
- d) Inclusive transport participation,
- e) Progress,
- f) Sustainability, and
- g) Cost savings

Negative:

- a) Social consequences,
- b) Safety risks,
- c) Data abuse,
- d) Rise in costs, and
- e) Uncertainties;

2. Liability, insurance, and legal issues:

- a) Unclear liability,
- b) Clear liability:
 - i. With owner or driver or
 - ii. With vehicle manufacturers,
- c) Legal modifications,
- d) Changes in insurance costs, and
- e) Litigiousness and law industry; and

3. Development perspectives of car use and ownership:

- a) Technology and design,
- b) Driving and ownership,
- c) Transport and land use,
- d) Society and general,
- e) Human-machine interaction, and
- f) Queries.

In addition, there are categories on the subject-related level, whose statements represent emotional attitudes, assessments, and motivations concerning automated driving and all forms of car use and ownership. Subject-related statements primarily constitute those that establish a direct relation to the individual commenting and are often affective. About every seventh statement (either a whole

comment or a part) was without relevance to the research question; unclassified statements referred to a topic other than automated driving, such as criticism of linguistic errors or textual ambiguities. Furthermore, the meaning of a few comments could not be inferred.

The subject-related categories are as follows:

4. Evaluative attitudes and expectations:

Negative:

- a) Mistrust and skepticism:
 - i. In technological development,
 - ii. In meaningfulness, and
 - iii. In feasibility and
- b) Refusal;

Positive:

- a) Optimism and faith in progress,
- b) Conceivable and desirable,
- c) Basic interest and

Ambivalent:

- a) Prerequisites and consequences:
 - i. Technical,
 - ii. Societal, and
 - iii. Infrastructural, and

5. Motivation for car use and ownership:

- a) General and
- b) In relation to automated driving:
 - i. Pro automated driving,
 - ii. Contra automated driving, and
 - iii. Ownership and car sharing.

The topic areas discussed by the users were classified into five main content categories, which have up to three levels of subcategories to facilitate more precise statements. The following sections categorize and describe their characteristic features more closely. For a better understanding of how people commented on automated driving, quotes will sometimes exemplify the denotation of the subcategories (for better readability, the text examples have been edited for spelling and punctuation, and the German quotes have been translated into English).

6.1.3.1 Perceived Features of Automated Driving and Automated Vehicles

The forum comments attribute certain positive or negative features to the system of automated driving. For positive attributes, the categories of *safety and system reliability* and *comfort and flexibility* come first and second. The sequence of the other subcategories of positively perceived features varies between comments in the United States and in Germany.

Safety and system reliability refers to the advantage that a computer-supported system should offer over human drivers. An overwhelming majority of traffic accidents can be attributed to human

error. Some comments assume that automated driving, with its reaction times and capabilities far exceeding those of humans, can help to completely prevent, or at least starkly reduce, future road accidents. In this sense, automated driving above all means safe driving, as commenter M. D. puts it, “Not only would these self-driving cars execute the task of driving better, more efficiently and more safely but they would also be able to monitor their own maintenance and recognize potential failure points before they caused an accident.”

Comfort and flexibility signifies that automated driving is possible under a variety of conditions not permitted by conventional driving. Being flexible means being able to do things other than watching traffic and operating the vehicle: resources are free for other activities. This type of flexibility simultaneously makes car driving more comfortable and convenient. User A. K. stresses it this way: “I wait in traffic jams for around an hour daily, mostly stop-go. Wouldn’t it be great if I could read the paper, watch films etc., whilst doing that?” *Progress* refers to potential positive social consequences accompanying automated driving. Users of automated vehicles may work, read, watch films, or even have more leisure time in their cars if they reach their destinations more quickly than in current peak hour traffic. Such a liberation from driving, which is often seen as onerous, is articulated as (social) progress.

Some statements discuss *inclusive transport participation*, which means that even those who only currently have restricted use of cars, or who cannot use one at all, will also have automobility in the future. This includes the elderly and the blind as well as those with other restrictions, such as those who can no longer drive themselves or are no longer allowed to because of having been under the influence of alcohol, drugs, or medication.

Automated vehicles should *optimize traffic* enormously. These systems may be controlled centrally, allowing for road works, weather conditions, and heavy traffic when routing, with vehicles being automatically diverted. Moreover, the posters expect that intervehicle communication might positively influence traffic flow (distances between individual cars could be cut down, etc.). It is also assumed that automated vehicles will be more fuel economical, with lower emissions helping reduce road traffic’s negative environmental impact. Such statements comprise the category of *sustainability*. Revolutionized vehicle design, with lighter or even smaller vehicles, could in the future also significantly help in increasing road traffic’s sustainability and lessening its environmental impact.

A further discussion topic is *cost savings*: the potential savings from convenient use of automated vehicles instead of other transport modes (e.g., expensive taxis will no longer be needed after long nights out) as well as in fuel costs through the forward-planning computer-controlled system.

Although automated vehicles’ perceived positive characteristics clearly predominate, there are also comments that envisage scenarios based on expected negative features. The first topic here is *social consequences*, which encompasses various areas, including job losses (in service, logistics, or automobile sectors), fear of business influencing political decision making too strongly, the proximity of military institutions to everyday transport, and fear of an increasing mechanization of

everyday life. R. A. addresses several of these fears: “How is this good? The more we automate the less a human has to do. If we keep it up nobody will have a job and it will all be done by machines. We can live like in the movie ‘Wall-E’, and turn into fatter lazier beings relying on everything else but ourselves.” Potentially threatening surveillance via the system’s high dependence on data for registering and controlling the vehicle, which might possibly provoke attacks by hackers or terrorists on the highly sensitive and potentially risk-fraught system, was also frequently discussed and is therefore categorized under *data abuse*. L. M. suspects, “. . . and all my trips will then automatically show up at my Google+ profile and also in my Facebook timeline and—of course only on the right conditions—be gladly transferred to the FBI, Bundesnachrichtendienst [German Federal Intelligence Service], or Bundeskriminalamt [German Federal Criminal Police Office] as well as to the fiscal authorities, my employer and my health insurance company.”

Like other computer systems, automated cars could, because of *safety risks*, also suffer system crashes, with potentially fatal consequences. Some posters assumed that human drivers would be in a much better position than a computer to deal with any sources of accidents. Furthermore, even supposedly safe systems such as automated cars would have human software designers, who do not always work error-free, thus endangering road safety.

Another negative assumption is the fear of a *rise in costs* of car driving, either because expensive computer technology could make it unaffordable or because of higher future insurance premiums. As a consequence, commenters fear that only wealthy people will be able to afford automated driving.

Because, in the view of online posters, automated driving technology is still in its infancy, some potential consequences cannot yet be reliably evaluated. Open questions arise from this, of which some do not address anything specific and are therefore collected in the category of *uncertainties*. Commenter O. H. raises his concerns by giving examples: “A school bus has pulled over and is letting kids off, and the stop sign on its side is extended. Or it comes to a four-way intersection with cars waiting at each stop sign. Or a mattress looks like it is just about to fall off the truck ahead. Stay put? Switch lanes? How would it know? Or the Driver behind has road rage and is tailgating...”

6.1.3.2 Liability, Insurance, and Legal Issues

It is likely that alterations to the law and to insurance underwriting will accompany automated driving. The comments only discuss the necessary legal modifications to the prerequisites for driving a vehicle far less than matters of liability and insurance. For some, these insurance-related questions still need clarification, as there appears to be *unclear liability*. Other posters, however, see *clear liability*, lying with either the owner or driver or the vehicle manufacturer. *Changes in insurance costs* may also accompany any modification of insurance policy conditions. This could be the case if human-driven car insurance becomes more expensive because human-driven cars are deemed to be less safe than automated vehicles, or vice versa.

The discussion of *litigiousness and the law industry* turned out to be a specifically American topic (see below). Statements included here discussed the potential for lawyers to make large sums of

money from suing large automobile companies following potential accidents involving automated vehicles. This discussion is supplemented by ironic comments on the difficult future of the “DUI (driving under the influence) industry” (i.e., the lawyers and law enforcement agencies specializing in compensation cases and legal fallout). E. F. simply puts it this way, “Leave it to the trial lawyers to spoil the party!”

6.1.3.3 Development Perspectives of Car Use and Ownership

The forums discussed various ideas for future car use and ownership, for example, changes and developments in vehicle *technology and design*. Future vehicle *driving and ownership* concern, among other things, new models of collective car usage aimed at cost savings. Another possibility could be from taxi-type car use, whereby the burdensome searching for a parking space could be eliminated. Possibilities of mixed usage as required (sometimes automated, sometimes manual) are also being pondered. Furthermore, the category denotes new design possibilities in *transport and urbanism*, without cars parked on the street, or new possibilities for street planning and general use that may arise through more effective use of the available infrastructure.

Under the heading *society and general*, this study has collected statements that go far beyond the use and ownership of vehicles. These address the topic of data communications or grapple with sketching out new mobility systems.

Only a very small part of statements dealt with the theme of *human-machine interaction*; automated vehicles are compared to airplanes or ships with advanced autopilot systems that still need a “driver in command.” Some assume that, in automated cars, the passengers would also have to be able to take control in any emergency situation.

6.1.3.4 Evaluative Attitudes and Expectations

As mentioned previously, statements are grouped in the evaluative attitudes and expectations category that are subjective, judgment giving, and often emotional, and that have positive, negative, or ambivalent connotations. A flat *refusal* of automated driving is classified as negative, although for various reasons. The posters may prefer to drive themselves, not wish to relinquish control of the vehicle, or not trust the safety and reliability of the still-new and little-tested system. Others raise various objections to automated driving, viewing it with *mistrust and skepticism*. Such objections pertain to doubts as to automated driving’s feasibility and practicability. For example, the idea that a vehicle will in future manage completely without driver intervention is not realistic for some users. In the view of some German posters, hostility to progress and slowness in required legislative modifications could also stand in the way of a system conversion. There is also skepticism as to whether automated driving makes sense in general, because other means of transport already offer many of the benefits promised by driverless vehicles, or because it is more important, ecologically or economically, to develop new drive systems for cars instead of solely changing the type of control. Moreover, doubts concerning the technological developments are expressed. Negative experience with other technological novelties is significant here, as are previous driver assistance systems that are said to function badly, even causing dangerous situations.

J. R. brings in one of these examples: “Remember the stories about people who end up lost because they blindly followed their GPS? I think driverless cars will offer the same possibilities, along with the pleasures of computer crashes, hackers, etc.”

Conversely, there are statements in which the subjective evaluation of automated vehicles is positive. These include comments that face the potential future transformation of motorized personal transport with *optimism and faith in progress*. One of the basic convictions here is that, after a certain phase of getting used to automated driving, it will naturally become part of everyday existence, as with other formerly revolutionary technological novelties such as cell phones or the Internet. Commenter M. D. is convinced that “adoption will be faster than the PC. Remember, nobody had one at home and then 5 years later everybody had one. Now, it’s a given. These cars will be the same and they will be worth it.” Hopes that life will become simpler and travel more flexible are bound up with automated driving and that people will have more time for meaningful things when freed of the burden of driving. Mobility should and will fundamentally change and be adjusted to our modern life, according to some. Furthermore, there are comments that see automated driving as being fundamentally *conceivable* and, beyond that, often *desirable*. Attitudes that expressed a *basic interest* were also judged to be positive, subjective ones.

A small number of statements were neither classifiable as clearly negative nor obviously positive. Endorsement or rejection of automated driving instead depends on certain *prerequisites and consequences*. Before cars will actually be able to drive without drivers, a smooth and, above all, safely functioning system ought to be guaranteed beyond doubt. Some see a dwindling or disappearance of human skills and ability to act as a possible consequence of automated driving, which reinforces the need for technical and infrastructural prerequisites to be met before driverless vehicles are allowed on the streets.

6.1.3.5 Motivations for Car Use and Ownership

In the object-related category of development perspectives on car use and ownership, ideas are sketched out on how these topics may develop in the future, with automated driving in mind. The category of motivation for car use and ownership, however, is concerned with more subjective evaluations and opinions; statements that focus on motivations for driving are collected here. These relate to either the use or ownership of both human-driven and automated vehicles. Motivation for car use arises, for example, from public transport not always being available, or the absolute control it affords over routing and timing, and (mostly) not having to share with other “troublesome” passengers. This motivation also relates, however, to factors such as the enjoyment of driving and having control of a vehicle. This is a reason why user G. W. is not foreseeing a bright future for automated cars: “Humans like being in control. Cars without steering wheels will never sell in large numbers.”

6.1.4 Findings

In regard to content, many categories and subcategories outlined above form complementary, or contrasting, pairs. This finding applies to several of the perceived features of automated driving, which can be classified as either positive or negative. While *safety and system reliability*, for

example, describes the increased safety that automated driving entails, precisely this aspect is brought into doubt in *safety risks* by other comments. *Progress* (with positive connotations) and *social consequences* (with negative ones) form a further contrasting pair, though weighted far more on the negative than the positive; the most frequently mentioned fears bound up with automated driving are negative consequences for society in general. Complementary pairs primarily concern car use and ownership. The comments relate automated driving again and again to attitudes surrounding, and motives for, car use. Comfort, flexibility, and freedom in decision making are important here, emphasizing the car as being better and more practical than other, primarily public, transport modes. This response is mostly associated with cars being earmarked for specific purposes, such as driving to work. Statements expressing comfort and flexibility as the main motivation for driving largely view automated driving positively, because it promises to be faster, more flexible, and comfortable, without losing the character of an individual means of transport. Conversely, some statements see driving as fun and are thus skeptical of automated driving.

From the articles, 322 American and 314 German comments were analyzed. Many evaluations, perceptions, and assessments are similarly represented on both sides. In some areas, though, the two countries differ, sometimes drastically. Table 1 shows the similarities and differences, with a quantitative overview. U.S. comments are more frequently object related and less often on the subjective-affective level. In both countries, automated vehicles' perceived features of safety and system reliability and flexibility and comfort are brought up particularly often. Furthermore, progress related to automated driving is more important to American posters. Conversely, two-thirds of all negative characteristics mentioned involve negative social consequences. Many U.S. comments take views on automated driving that are closely bound up with sociopolitical leanings in a way that German comments do not.

In regard to car use and ownership, there is a clear country-specific difference in statements that associate vehicle use and ownership with automated driving. In the United States, users motivated by fun, individual freedom, and being in control when driving clearly predominate, while German comments on the future use of automated vehicles are fairly evenly balanced.

Liability, insurance, and legal matters are addressed somewhat more frequently by German users. Several clearly country-specific differences are apparent. Germany and the United States differ in their legal frameworks, insurance regulations, and liability issues. Unlike Germany, the United States has not signed up to the Vienna Convention on Road Traffic of 1968, which assumes a driver's presence in a vehicle (32), as do German and some other European regulations, which still stands in the way of legalizing automated driving. Nevada, Florida, and California have already passed laws, in 2012, allowing automated driving on roads, and bills have been introduced in other states, albeit under varying and mostly strict conditions (33). Vehicle operation, in both Germany and the United States, touches on the system of absolute liability (i.e., liability for damage resulting from a danger that is deemed permissible because it is socially acceptable). Drivers of human-driven motor vehicles are essentially held liable for any damage they cause to person or property (34). Insurance is therefore compulsory in Germany and most U.S. states, though the sums insured to cover bodily injury differ greatly between the two countries. This difference partly explains the

larger amount of U.S. lawsuits seeking compensation. Moreover, there is no principle of “joint and several liability” in Germany concerning damage liability. Joint and several liability affects the comments insofar as the largest share (34%) of all U.S. posters in this category come under litigiousness and law industry, whereas this simply does not crop up in the German commentary. This also confirms the trend within the findings that U.S. users are already thinking about automated driving in connection with social questions and observations that go far beyond the topics of car use and ownership (see the sociopolitical overtones mentioned above, for instance). The perception of precise liability questions also differs clearly between the United States and Germany: every U.S. comment within the category of clear liability sees the liability definitely lying with the vehicle manufacturer in the future, while this is discussed relatively heterogeneously in Germany; most see the liability continuing to lie with the vehicle owner and only some with the manufacturer. Many German users desire further clarification on this point, with 49% of their statements seeing unclear liability, but with only 26% of U.S. comments doing likewise.

Table 1: Findings in quantitative percentage overview

| Category | Germany (%) | United States (%) | Category | Germany (%) | United States (%) |
|--|-------------|-------------------|---|-------------|-------------------|
| Object-related level | 42 | 47 | Subject-related level | 43 | 32 |
| Perceived features of automated driving and automated vehicles | 60 | 66 | Evaluative attitudes and expectations | 86 | 84 |
| Positive | 71 | 61 | Negative | 48 | 53 |
| Safety and system reliability | 39 | 39 | Mistrust and skepticism | 76 | 67 |
| Comfort and flexibility | 28 | 18 | In technology development | 46 | 56 |
| Traffic optimization | 10 | 11 | In meaningfulness | 27 | 16 |
| Inclusive transport participation | 8 | 10 | In feasibility | 27 | 28 |
| Progress | 5 | 17 | Refusal | 24 | 33 |
| Sustainability | 5 | 3 | Positive | 35 | 35 |
| Cost savings | 4 | 2 | Optimism and faith in progress | 55 | 43 |
| Negative | 29 | 39 | Conceivable and desirable | 35 | 47 |
| Social consequences | 48 | 63 | Basic interest | 10 | 10 |
| Data abuse | 18 | 11 | Ambivalent | 16 | 12 |
| Safety risks | 15 | 11 | Prerequisites, consequences | 100 | 100 |
| Rise in costs | 10 | 5 | Technical | 45 | 59 |
| Uncertainties | 10 | 10 | Societal | 39 | 29 |
| Liability, insurance, and legal issues | 21 | 15 | Infrastructural | 15 | 12 |
| Unclear liability | 49 | 26 | Motivations for car usage and ownership | 14 | 16 |
| Clear liability | 26 | 8 | General | 34 | 27 |
| With owner or driver | 67 | 0 | In relation to automated driving | 66 | 73 |
| With vehicle manufacturers | 33 | 100 | Pro automated driving | 48 | 21 |
| Legal modifications | 19 | 8 | Contra automated driving | 43 | 79 |
| Changes in insurance costs | 6 | 24 | Ownership and car sharing | 10 | 0 |
| Litigiousness and law industry | 0 | 34 | | | |
| Development perspectives of car use and ownership | 19 | 18 | | | |
| Society and general | 11 | 11 | | | |
| Technology and design | 23 | 29 | | | |
| Human-machine interaction | 2 | 7 | | | |
| Transport and urbanism | 25 | 11 | | | |
| Driving and ownership | 39 | 29 | | | |
| Queries | 0 | 13 | | | |

Note: Total of codings is 538 for Germany and 522 for United States. Political coloring of comments is 0% for Germany and 8% for United States, and statements without relevance was 14% for Germany and United States.

6.1.5 Summary and Conclusion

The aim has been to determine and structure topics concerning automated driving as they are currently seen and perceived in the discourse conveyed in the media. To this end, reader comments on articles about automated driving were analyzed from 12 online portals of national magazines and newspapers in Germany and the United States (e.g., *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, *Spiegel*

Online, Washington Post, Wall Street Journal). A total of 636 comments were evaluated: 314 from German articles and 322 from articles in U.S. media. In these comments, 1,060 codeable statements were found that were classified into six main categories and 44 subcategories (one main category contains comments irrelevant to the topic). The categories of perceived features of automated driving and evaluations and expectations of the new vehicles took up the greatest space in both countries. Concerning positive vehicle features, commenters most frequently referred to safety and system reliability and flexibility and comfort. The commentary mostly mentioned negative properties in the social consequences of automated driving, such as a potential loss of freedom and control in being able to decide for oneself where and when to drive. At the same time, the U.S. discussion proved less emotional overall, but instead more strongly colored with political connotations and leanings: 43% of German statements were on the subject-related level, with just under one-third in the U.S. ones. Eight percent of U.S. statements instead contained a clear sociopolitical undertone; German comments did not tie their arguments to current national political and ideological debates in the same way. Conversely, a somewhat more positive prevailing mood was detected in Germany; German posters mention automated vehicles' positive features more frequently, expressing negative evaluations and expectations vis-à-vis automated driving more rarely.

Overall, the findings show that, from the point of view of transport users in general and potential users of automated driving, the topic of automated driving appears complex and is viewed with ambivalence. The discussions in the forums of the respective online portals were mostly very serious and highly engaged. The results showed no clear for or against automated driving at first glance. The extent to which automated vehicles are seen with respect to data and computerization is remarkable. This area will doubtless gain further importance in the future, given the constantly recurring debate surrounding personal data protection; such data will be necessary in vehicle user authentication, for example. The comments currently still refer heavily to the features of automated driving. At the same time there are already several statements that go far beyond those features and tackle areas that could be affected by a new means of transport, such as the automated vehicle, that might change much more besides our transport system. A further stage of analysis from a temporal perspective, in which the gaining of knowledge within the ones examined could bring in even more perspectives, could be interesting here.

The methodology used has proved to be an appropriate instrument for picturing, structuring, and analyzing the topic of automated driving from the perspective of its potential users and all those using transport generally. The analysis takes various directions: the identification of commented-on topics, the significance of individual themes, and the differentiation of topics according to their objectivity and emotionality. This analysis applies to both considerations at the national level and comparisons between Germany and the United States. The analysis has shown the levels on which topic areas are dealt with and generated. The identification of topics and structuring of arguments are important prerequisites for a sound forming of hypotheses when further research is done on the acceptance of automated driving.

Building on this work, future analyses should pursue the methodology employed here, but also use additional methods longitudinally to consider the interdependence of topics, analysis in the trade press, and any changes in the debate. Further important indications of the public discourse surrounding automated driving can be expected. Examining these additional aspects should also provide further insight into the future acceptance of automated driving. In addition, this thematic exploration has shown that a complex topic, such as automated driving, touches on many different areas of our society. Teamwork, in the sense of interdisciplinary approaches, is imperative for this subject. It is for further research to clarify whether the comparatively above-average frequency of sociopolitical statements that frame many of the American comments is a specific characteristic of the culture of U.S. online comments (and accordingly, U.S. culture per se) or is actually directly connected to the topic of automated driving. In any case, a clear difference in the German comments was seen here.

The partly ambivalent findings concerning motivation for car usage show the way for future surveys: more direct surveying methods – such as group discussions, for instance, but also quantitative surveys – must focus on attitudes to car use and ownership in more type- and group-specific ways. Above all, the relative significance of both the various motivations of flexibility and comfort and the enjoyment of driving should be studied. This research will assist in being able to determine what importance car usage has today on the individual and also the societal level, whether any change is on the horizon, and how that relates to automated driving. Overall, the analysis of subject-related statements confirmed the authors' assumption that questions of automated driving's pros and cons strongly depend on an individual context. Many commenters view automated driving in relation to current car use and thus the comments are often emotionally charged. When this study's findings are compared with the few research results already available (cf. 35), no fundamental contradiction arises. The comments examined here point instead to relatively widespread open-mindedness about the topic, as well as the possibility of rethinking "driving." The study does not discern broad refusal of automated driving because of a concomitant loss of control.

6.1.6 References

- KPMG International and Center for Automotive Research (CAR). Self-driving cars: The next revolution. 2012.
www.kpmg.com/US/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/self-driving-cars-next-revolution.pdf. Accessed July 09, 2013.
- Kröger, F. Fahrerlos und unfallfrei. Eine frühe automobiler Technikutopie und ihre populärkulturelle Bildgeschichte, in *Technology Fiction. Technische Visionen und Utopien in der Hochmoderne*, U. Fraunholz, and A. Woschech, Editors. Transcript Verlag, Bielefeld, 2012, pp. 93–114.
- Dehais, F., M. Causse, F. Vachon, and S. Tremblay. Cognitive conflict in human–automation interactions: A psychophysiological study, in *Applied Ergonomics*, Vol. 43, No. 3, 2012, pp. 588–595.
- Parasuraman, R. and D. Manzey. Complacency and Bias in Human Use of Automation: An Attentional Integration, in *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 52, No. 3, 2010, pp. 381–410.
- Heide, A and K. Henning. The “cognitive car”: A roadmap for research issues in the automotive sector, in *Annual Reviews in Control*, Vol. 30, No. 2, 2006, pp. 197–203.
- Peters, A., and E. Dütschke. Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Analyse aus Expertensicht. Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 2010, p. 6.
www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/Images/FSEM_Ergebnisbericht_Experteninterviews_tcm243-66462.pdf. Accessed July, 29, 2013.
- Aldana, K./ National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). U.S. Department of Transportation Releases Policy on Automated Vehicle Development, May 30, 2013.
<http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/U.S.+Department+of+Transportation+Releases+Policy+on+Automated+Vehicle+Development>. Accessed July 29, 2013.
- Khan, A., A. Bacchus, and S. Erwin. Policy challenges of increasing automation in driving, in *IATSS Research*, Vol. 35, No. 2, 2011, pp. 79–89.
- Deloitte, Gaining speed: Gen Y in the Driver’s Seat. Third Annual Deloitte Automotive Generation Y Survey, 2011, p. 2. www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us_automotive_2011%20Deloitte%20Automotive%20Gen%20Y%20Executive%20Summary_012011.pdf. Accessed June 06, 2013.
- AutoScout24 GmbH. Unser Auto von morgen. Studie zu den Wünschen der Europäer an das Auto von morgen, 2012. about.autoscout24.com/de-de/au-press/2012_as24_studie_auto_v_morgen_en.pdf. Accessed July 09, 2013.
- Ory, D. and P. Mokhtarian. When is getting there half the fun? Modeling the liking for travel. Positive Utility of Travel, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 39, No. 2–3, 2005, pp. 97–123.
- Steg, L. Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. Positive Utility of Travel, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 39, No. 2–3, 2005, pp. 147–162.

- Steg, L., C. Vlek, and G. Slotegraaf. Instrumental-reasoned and symbolic-affective motives for using a motor car, in *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 4, No. 3, 2001, pp. 151–169.
- Dreesen, P., Ł. Kumięga, and C. Spieß. *Mediendiskursanalyse. Diskurse - Dispositive - Medien – Macht*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2012.
- Jäger, M. and S. Jäger. *Deutungskämpfe. Theorie und Praxis Kritischer Diskursanalyse*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2007, p. 23 and p. 32.
- Anonymous. Freie Fahrt für Googles Roboter-Autos. *BILD.de*, Sept. 26, 2012. www.bild.de/digital/multimedia/google/google-auto-darf-fahren-26404736.bild.html. Accessed July 29, 2013.
- Doll, N. Selbstlenkendes Auto kommt schneller als man denkt. *Die Welt*, Sept. 26, 2012. www.welt.de/wirtschaft/article109473825/Selbstlenkendes-Auto-kommt-schneller-als-man-denkt.html#disqus_thread. Accessed July 29, 2013.
- Anonymous. Kalifornien lässt fahrerlose Autos im Straßenverkehr zu. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, Sept. 26, 2012. www.faz.net/aktuell/technik-motor/google-auto-kalifornien-laesst-fahrerlose-autos-im-strassenverkehr-zu-11904259.html. Accessed July 29, 2013.
- Kröger, M. Autonomes Fahren: Google-Auto erhält Straßenzulassung. *Spiegel Online*, May 08, 2012. www.spiegel.de/auto/aktuell/google-strassenzulassung-fuer-autonomes-auto-a-831920.html. Accessed July 29, 2013.
- Büttner, R. Neues Gesetz in den USA: Kalifornien lässt autonome Pkw auf die Straßen. *Spiegel Online*, Sept. 26, 2012. www.spiegel.de/auto/aktuell/neues-gesetz-in-kalifornien-duerfen-autonome-auto-auf-die-strassen-a-857988.html. Accessed July 29, 2013.
- Hengstenberg, M. Automatisiertes Fahren: Kein Mensch am Steuer? Ungeheuer!. *Spiegel Online*, Dec. 19, 2012. www.spiegel.de/auto/aktuell/automatisiertes-fahren-2025-fahren-autos-selbststaendig-a-873582.html. Accessed July 29, 2013.
- Crocoll, S. Hilf mir, Kumpel. *Süddeutsche.de*, Sept. 27, 2012. www.sueddeutsche.de/auto/autos-die-sich-selbst-steuern-hilf-mir-kumpel-1.1479826. Accessed July 29, 2013.
- Biermann, K. Google: Kalifornien lässt autonome Autos auf die Straße. *Zeit Online*, Sept. 26, 2012. www.zeit.de/digital/mobil/2012-09/google-autonome-autos. Accessed July 29, 2013.
- Schaefer, S. Talk Back: Should California allow self-driving cars?. *Los Angeles Times*, Sept. 26, 2012. latimesblogs.latimes.com/lanow/2012/09/talk-back-california-self-driving-cars.html. Accessed July 29, 2013.
- Anon. Google's self-driving cars get license for test drive in Nevada. *New York Daily News*, May 07, 2012. www.nydailynews.com/news/national/google-self-driving-cars-license-test-drive-nevada-article-1.1073991. Accessed July 29, 2013.

Cain Miller, C. With a Push From Google, California Legalizes Driverless Cars. New York Times, Sept. 25, 2012. bits.blogs.nytimes.com/2012/09/25/with-a-push-from-google-california-legalizes-driverless-cars/. Accessed July 29, 2013.

Temple, J. Calif. gives driverless cars go-ahead. San Francisco Chronicle, Sept. 26, 2012. www.sfgate.com/technology/dotcommentary/article/Calif-gives-driverless-cars-go-ahead-3894339.php#page=1. Accessed July 29, 2013.

Neil, D. Who's Behind the Wheel? Nobody. The Wall Street Journal, Sept. 24, 2012. online.wsj.com/article/SB10000872396390443524904577651552635911824.html?KEYWORDS=autonomous+driving#. Accessed July 29, 2013.

Welsh, J. On Future Cars, Will the Steering Wheel Be Optional?. The Wall Street Journal, Sept. 26, 2012. <http://blogs.wsj.com/drivers-seat/2012/09/26/on-future-cars-will-the-steering-wheel-be-optional/?KEYWORDS=driverless+cars>. Accessed July 29, 2013.

Kolawole, E. A win for Google's driverless car: Calif. governor signs a bill regulating autonomous vehicles, Washington Post, Sept. 25, 2012. www.washingtonpost.com/blogs/innovations/post/a-win-for-googles-driverless-car-calif-governor-signs-a-bill-regulating-autonomous-vehicles/2012/09/25/77bd3652-0748-11e2-a10c-fa5a255a9258_blog.html. Accessed July 29, 2013.

Mayring, P. Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken, (11). Beltz, Weinheim and Basel, 2010, p. 84 and p. 60.

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), Inland Transport Committee. Convention on Road Traffic. Vienna, Nov. 08, 1968. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/conventn/crt1968e.pdf>. Accessed July 31, 2013.

Walker Smith, B. Automated Vehicles are Probably Legal in the United States. The Center for Internet and Society (CIS), 2012. http://cyberlaw.stanford.edu/files/publication/files/2012-Smith-AutomatedVehiclesAreProbablyLegalInTheUS_0.pdf. Accessed July 31, 2013.

Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 05. März 2003 (BGBl. I S. 310, 919), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 118 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044).

Continental (2015): Continental-Mobilitätsstudie 2015. http://report.conti-online.com/report2014/service/download/docs/mobilitaetsstudie_2015_de.pdf Accessed July 31, 2013.

*„Roadway transportation is now as **ripe for transformation** as the telecommunications, photography, computer, media, television and pharmaceutical industries were over the past two decades”*

(Burns et al. 2013: 3, Hervorhebung im Original).

Der oben zitierte Satz zu diesem Abschnitt spiegelt eine prominente These aus der derzeitigen Debatte um autonomes Fahren wider: Die Technik, so die Annahme, wird unser bestehendes Mobilitätssystem fundamental verändern, und die Gesellschaft ist längst bereit für diesen Wandel. Bislang sind solche Annahmen allerdings noch nicht empirisch geprüft worden und bleiben daher den Beweis einer tatsächlich bevorstehenden Transformation schuldig.

Der folgende Artikel **“Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility”** wurde 2015 im European Journal of Futures Research veröffentlicht. Er diskutiert konzeptionelle Ansätze zu soziotechnischen Transformationsprozessen vor dem Hintergrund einer möglichen Implementierung vollautomatisierter Straßenfahrzeuge.

Für die Studie wurden drei denkbare Szenarien des autonomen Fahrens entwickelt. Mithilfe der Multi-Level Perspektive (vgl. Geels 2010) wurden dabei mögliche Implikationen für das System der (Auto-)Mobilität analysiert. Die Ergebnisse zeigen insgesamt, dass die Szenarien nicht unbedingt komplementär als vielmehr ergänzend auftreten könnten – klare Entwicklungspfade lassen sich zum jetzigen Zeitpunkt noch kaum identifizieren. Vor diesem Hintergrund ist daher eher mit einer zunehmenden Diversifizierung von Mobilitätsangeboten und damit möglicherweise auch der Mobilitätsnachfrage zu rechnen.

Soziotechnische Transformationsprozesse können im Zusammenhang mit Akzeptanz insofern wichtige Ansatzpunkte liefern, als dass sich mit ihrer Hilfe beschreiben lässt, wie neue Technologien in ein vorhandenes System kommen und auf welchen systemischen Ebenen überhaupt Veränderungsprozesse in welcher Weise wirken. Akzeptanz und deren Herstellungsprozesse müssen immer auch als Teile eines solchen Wandels betrachtet und Herkunft, Entwicklung, Manifestationen und, wo möglich, Konsequenzen der Veränderungen adressiert werden.

7.1 Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility

Eva Fraedrich*

Humboldt-Universität zu Berlin, Geography Department – Transport Geography

Unter den Linden 6, 10099 Berlin, Germany

Phone: +49 30 2093 6863, Fax: +49 30 2093 6856

E-mail: eva.fraedrich@geo.hu-berlin.de

Sven Beiker

1102 Clark Way, Palo Alto, CA 94304, USA

Barbara Lenz

German Aerospace Center, Institute of Transport Research

Rutherfordstraße 2, 12489 Berlin, Germany

*corresponding author

Veröffentlicht 2015 im European Journal of Futures Research. Vol 3(11). S. 1-11.

Abstract

The advent of fully automated road vehicles is a topic currently getting attention in the field of transport as well as futures research: the technology is assumed to radically change the way we move in the future as well as to expand and differentiate existing mobility concepts. Still, the implications of automated driving are first and foremost discussed from a technological point of view and uncertainty about how this transition might take place remains. The embedding in the system of automobility respectively the transport system as a whole currently lacks analytical as well as empirical examination.

In our paper, we will discuss the topic in relation to three possible sociotechnical transition scenarios: (1) evolution, (2) revolution and (3) transformation. We will extrapolate different scenarios of automated driving based on current technical, economic, infrastructural, spatial, and transport developments and discuss its consequences for the transport system and mobility concepts.

Keywords:

autonomous driving, fully automated driving, sociotechnical transformation, system of automobility

7.1.1 Introduction

The advent of fully automated road vehicles – meaning cars that drive without the need of a human driver – is currently a much discussed topic. It is also getting attention in the field of transport as well as futures research: The technology is assumed to radically change the way we move in the future, to have daunting influence on our societies and economies as well as to expand and differentiate existing mobility concepts [cf. 1, 2]. At present, the excitement about the technology in the making seems tremendous – we are confronted with media reports on ‘machine-cars that consume drastically less fuel’ [3] or ‘cities with less congestion and noise’ [4], ‘people that will stay individually mobile into old age’ [5] and ‘eras ending where only owning an automobile represented freedom and mobility’ [6]. Statements like these pick up on different levels and elements (e.g. the technological development of the vehicle itself, the traffic and infrastructure system, potential users of the future technology or cultural aspects) that are all involved in the genesis of fully automated driving. Whether or not these expectations quoted will prove realistic (or even the opposite will hold true!) when fully automated vehicles become part of the transport system, they also point towards the necessity to examine the technology beyond pure technical aspects. New technologies do not appear ‘out of nowhere’ – their emergence itself is embedded in an existing sociotechnical system – or moreover, technology deployment is strongly linked to paying “adequate attention to [its] appropriateness for a particular physical environment or their impact on social structure and needs” [7, p. 92]. Prominent examples for failing this requirement exist throughout technology history, e.g. the case of ‘Aramis’ [8] or the defeat of the steam automobile [9]. The ‘meaning’ of technologies is only comprehensible in relation to the societal urgency that they address (e.g. in relation to mobility, time use, habitation).

While at present uncertainty remains about when, how, or if fully automated vehicles will be implemented into our transport system and complement or replace conventional road vehicles, we are nevertheless able to identify scenarios, based on current (known) developments and deviate possible and maybe even radical implications that display significance on different levels or for different elements. An examination of these relevant elements and processes in relation to technology is therefore crucial at this early point of technological development. It also relates to a more contemporary understanding of transport (studies) where a shift “from a primary focus on technology fix to a [...] ‘transport in society’ perspective” has taken place for quite some time [10, p. 29].

The aim of this paper is to discuss different scenarios of fully automated driving with respect to their embedding in a sociotechnical context to gain comprehension of consequences for the future transport system and mobility. We want to provide a better understanding of a possible transition and identify aspects that enable or constrain the implementation as well as the adoption of fully automated vehicles in the future. We use a holistic approach to obtain a comprehensive view on the topic: the paper first introduces a multi-level perspective on automobility as an entangled sociotechnical system. In the context of this “system of automobility” [11], we will, second, discuss whether a possible transformation can be stated in the system that would support the emergence of fully automated vehicles in a not-too-distant future. Third, we will elaborate on what is meant

by ‘fully automated driving’, what are common motivations behind the technology and also, what is the current development status on different levels. Based on these considerations we will fourthly extrapolate three scenarios as potential projections of how the introduction of fully automated vehicles might play out and discuss their implications in relation to the future transport system and (auto)mobility before we conclude with an outlook regarding the needs for future(s) research in the field.

7.1.2 New technologies in relation to sociotechnical transformation processes

Over the past 20 years plenty of empirical and theoretical work has been devoted to the topic of ‘sociotechnical transition’, mostly from an economic sciences point-of-view, namely evolutionary theories [cf. 9, 12, 13, 14, 15, 16]. These perspectives deal with interactions and entanglement of technical artefacts with organizations/institutions, actors, structures, and social practices within societies that mutually fulfill social functions [cf. 9]. The analytical category ‘sociotechnical system’ is thereby thought appropriate to display how social functions²⁰ are actively produced in processes where societal groups act in systemic interactions – these groups are not only part of the production, development and refinement of a sociotechnical system, they also bring in various interests, perceptions, values and norms, preferences, strategies and resources. Along with this assumption comes the notion that it is never technology alone (e.g. automated driving technology) that is able to induce a change in a sociotechnical system but rather the many complex interactions between societal groups, different actors as well as the alignment of specific factors. Such a change will then ‘transform’ a society fundamentally in its existing practices, attitudes, norms and values – or put in other words: sociotechnical transformation fundamentally changes the way how a system fulfills specific societal needs [12, p. 91].

To display change processes, Geels and others apply the multi-level perspective (MLP), a middle-range theory that consists of three analytical levels: landscape, regime and niche [cf. 18]²¹. ‘Regime’ describes the level where practices, societal functions and beliefs are constantly enacted, shaping routines, regulations, material and institutional resources and settings, social groups, behavioral norms, cultural meaning, etc., therefore stabilizing the functioning of the system and forming its “*deep structure*” [20, p. 27]. ‘Stabilizing’ simultaneously means that new technologies will have a ‘hard time’ of breaking through if they comprise altered interests, require new rules and/or result in alternative routines. ‘Landscape’ and ‘niche’ are concepts derived from the regime level and are at the same time highly correlated with it [20, p. 26]. ‘Niches’ are described as

²⁰ The reference to the ‘functionality’ of a system is a specific way of thinking, though, that received a lot of critique since its genesis in the late 19th century – on the one hand because the distinction between causes and consequences of phenomena becomes blurry, and on the other hand because identifying the functions of these phenomena does not necessarily explain them [cf. 17, pp. 90]. This also proves significant in relation to (auto)mobility, as automobile practices cannot only be derived from societal needs – but rather arise because they become feasible *by* the car [cf. 23].

²¹ Whereas in earlier works of this approach the three levels were also characterized as ‘macro’, ‘meso’ and ‘micro’ to indicate a “*nested hierarchy*” [cf. 19: 1215], this was given up later as a response to the accusation of inadequately overemphasizing vertical circulations within transition processes, thus obstructing the view on social practices as constitutional elements of a sociotechnical system [20, 21].

protected spaces²² within the sociotechnical system. Technical innovations can be developed without too much pressure from the market, society, politics, etc., while also facing great uncertainty [9, p. 450]. Niches normally provide specific sets of resources, cultures and shape social networks – which essentially make them small sociotechnical systems themselves. Individual actors, specific technologies and local practices are of particular importance when developing alternatives to the status quo [16]. But to gain momentum outside the niche and eventually break through to the regime level to initiate change, niche innovations also highly depend on developments on the regime as well as on the landscape level [14, 22]. The term ‘landscape’ refers to particular characteristics and aspects of a system that cannot be changed easily or deliberately, e.g. spatial/environmental structures like the dependence on finite resources (‘peak oil’), demographic change, or globalization and individualization constructions. Often, the landscape level is described as forming an “*exogenous environment*” to the other levels [19, p. 1215] – we would, however, rather suggest considering ‘landscape’ as a contextual category that constitutes processes on the regime and niche level but is in reverse also constituted by them. Figure 3 shows an exemplary (and only fragmentary) structure of the levels with regard to the sociotechnical system of automobility, based on the MLP – although only referring to the different levels and exemplary, analytical elements, without visually representing the dynamic processes that occur within the categories as well as between them (see e.g. [22, 20] for more accurate illustrations).

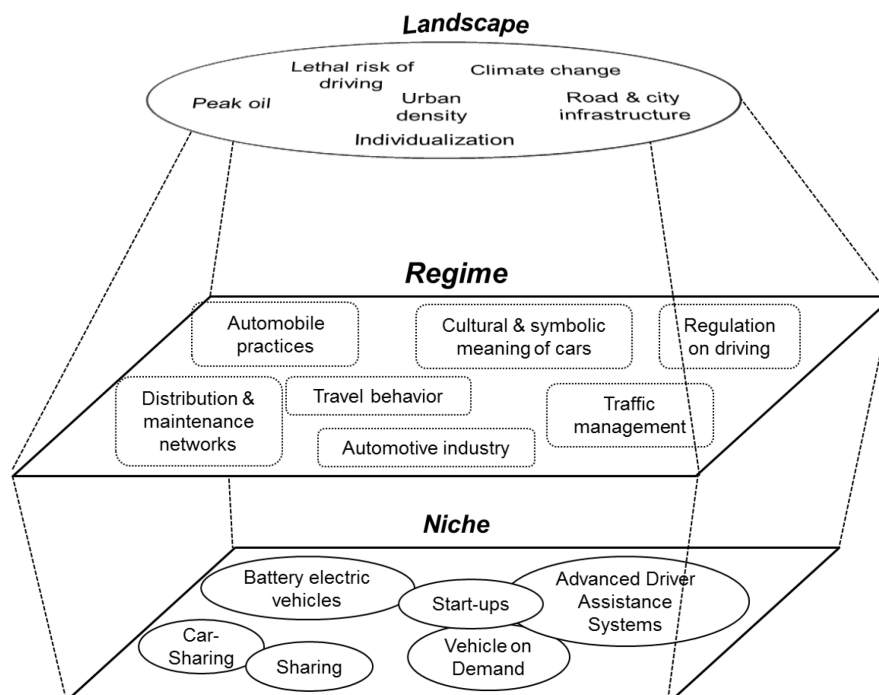


Figure 3: Multi-level perspective on automobility

The analytical tripartition of the MLP is a helpful approach when focusing on possible changes in sociotechnical systems in different ways: it provides a long-term perspective that seems appropriate to sociotechnical changes – which are less likely to happen as a sudden, ‘over-night’

²² Space in this context refers to either ‘real’ places and territories but can also refer to virtual or imaginary places.

change than as a process that leads to gradual and evolving alteration. It also identifies multiple levels, actors, groups and domains that are involved in this change. And by introducing the ‘niche’ concept, it provides a systemic level that is of particular importance when it comes to the emergence of new technologies or radical innovations. However, the approach was criticized for “*unduly [emphasizing] processes of regime change which begin within niches and work up, at the expense of those which directly address the various dimensions of the sociotechnical regime or those which operate ‘downwards’ from general features of the sociotechnical landscape*” [23, p. 62]. The MLP was also accused of not providing great clarity about the scope of empirical topics, especially when it comes to the regime level, and of not explicitly highlighting the role of power practices and politics, respectively, how knowledge and practices are continuously (re)produced [15, 23]. Moreover, the approach tends to focus on technical artefacts or social entities that influence each other in complex ongoing processes rather than regarding hybrid forms of sociotechnical entities [24, 25] – it also does so within apparent boundaries of a specific system. As we will see in the discussion on possible scenarios of fully automated driving, a strict focus on one system alone could be insufficient sometimes. Before we shed light on possible prevailing shifts in the sociotechnical system of automobility we will attempt to briefly describe how this system can be characterized.

7.1.3 The ‘system of automobility’

The car is not just a means of transportation, but as a technological artefact it is deeply embedded in our (western) societies. This embedment refers to the compounded object itself but also to the industry where it originates from, to consumption practices by its users and owners, to the net of interconnected industries, distribution, maintenance and building facilities, as well as to surrounding land use planning, road advertising, housing and accommodation, etc., to the ‘car culture’ with its corresponding symbols, images and metaphors, and to the consumption of environmental resources [11, pp. 25]. To determine this denotation of the car, it is therefore necessary to gaze beyond the material artefact and its characteristics and to consider the system that organizes and (re)produces its existence. This ‘system of automobility’ can be described as a net of material and social elements, a global system, comprising the industrially manufactured object of the car, its social meaning as one major item of consumption, its economic meaning within the involved industries, services and patterns of dwelling, its dominating position with regard to other modes of movement and transportation, its cultural associations as well as its ecological impacts. [20, p. 608].

The system of automobility could be described in a variety of ways [cf. 11], but an understanding of it being systemic and structured first and foremost leads to the appraisal that it does not suffice to focus on car use as a way to express something respectively add specific meaning to our lives or to decode specific cultural meanings of car use [cf. 26, 27, 28] – although this gives valuable hints on the significance of the automobile within our societies. However, it is rather an autopoietic multitude of regulations, institutions, politics and practices that continually ensure, reproduce and market the use of cars that has to be regarded [11, p. 27, 29, p. 5,]. As such, automobility is (1) one of the sociotechnical institutions our modernity is significantly constituted of; (2) a set of political

institutions and practices that regulates and forms automobility and simultaneously mediates its consequences; (3) an ideological and discursive formation that incarnates ideals of freedom, privacy, movement, progress and autonomy that in turn legitimates its technical artefacts (road vehicles, streets, maintenance buildings, etc.); and (4) a set of possibilities to experience the world while blurring the boundaries between human and machine, nature and culture [29, pp. 2].

7.1.3.1 Sociotechnical change ahead?

After more than a century where the automobile ruled our (western) mobile world, the predominance of this powerful artefact finally is about to reach its limits – at least, this is a rumor, currently spread widely within the social sciences, transport studies and sociology, although the direction of change is not yet clear [cf. 11, 23, 30, 31]. In fact, there is some data particularly on changes in everyday travel behavior that seems to support this assumption [cf. e.g. 32] – but all in all, studies on actual trends on car use and ownership do not suggest the automobile losing its predominance at present [33, 34]. Although, there might be some ruptures that could have substantial influence on the hegemony of the system of automobility in the medium or the long term, these ruptures are currently restricted to specific socio-economic groups as well as specific geographic sites (e.g. urban areas), i.e. *“these post-automobile mobility subjects and practices depend on specific infrastructures and are therefore tied to cities and inter-city connections and on a specific form of network capital [...], making them at present options for the urban elites and the so-called creative class only”* [23, p. 619]. For the vast majority of people who use and/or own cars, the automobile still seems to have an immense significance when fulfilling their daily needs [35, p. 114]. In fact, it appears to be a difficult thing to change our relationship to the automobile, as we are so deeply linked to this system in many ways (e.g. feeling the car, the need for speed, etc.) [cf. 36]. In a recent, representative poll among young adults from Germany, Austria and Switzerland, only six percent of the respondents between 18 and 24 years stated that owning a car is not up to date any more [37, p. 68]. And a nationwide German newspaper wrote only in January 2015 that the ‘love’ for the car is possibly not over yet, stating that the car will not become less important but rather will have to shift from a simple flivver²³ to a smart companion [38]. However, as, with advanced automated driving functions, more software and computer systems enter the car, it also more *“becomes a world in itself”* [25, p. 51] changing at least the way we move in these vehicles – which might eventually also show effects within the system of automobility itself. The next section will focus on a few of these effects after making some general remarks on the technology and its development.

7.1.4 Fully automated driving – a vision in motion

The vision of fully automated cars that operate without human intervention needed is not novel – in fact, it is part of a history almost one hundred years old and ever since haunted the imaginations of the technological feasible, above all in cultural objectifications like images and films [cf. 39]. It is only recently, that the dream of the ‘auto-automobile’ finally seems to come true, potentially heralding another mobile revolution [40, p. VII]. What is currently labeled as ‘fully automated’,

²³ The old-fashioned term ‘flivver’, sometimes also known as ‘jalopy’, ‘clunker’ or ‘rust bucket’, refers to an automobile that is decrepit, run-down and often of minor quality (e.g. unreliable in its functioning).

‘autonomous’, ‘self-driving’, or ‘driverless’ refers to the automation of road vehicles: computer systems execute navigation, longitudinal and lateral control of a vehicle – a human driver is not necessary any more [41]. Possibly, there is not any human present in the vehicle, for instance when the vehicle is underway to a certain pick-up point.

Fully automated driving is currently one of the predominant visions (in the form of a technological fix) that industry, academic, and public sector groups pursue to address challenges that personally used automobiles present; or, in other words, dissolving antagonisms that are – on the landscape level of the system – inherent to the current system of automobility itself [e.g. for visions and projects on the European Union level, see 42, 43]. These challenges are: (1) compromised safety with thousands of deaths in many countries around the world; (2) consumption and pollution through the transportation sector – which is to a large extent personally used automobiles – that is one of the primary consumers of petroleum based fuels and with that a large emitter of greenhouse gas emissions; and (3) inefficiency and congestion, in particular in the many metropolitan regions throughout the world. Fully automated driving is considered to address these challenges by (1) replacing what is related to as a ‘safety risk’ for car driving, namely the human that brings in elements like distraction, fatigue, risky behavior, etc. [44, 45], by (2) controlling vehicles to drive more smoothly and efficiently, thereby improving fuel economy [46], and by (3) eliminating human caused backups with the help of automatically controlled vehicles that can reduce time gaps between vehicles and increase overall traffic flows (especially when coordinated by a traffic management center or by utilizing vehicle-to-vehicle communication) [47]. Yet, several questions – e.g. concerning technical challenges, regulatory frames, economic benefits, user and societal acceptance, etc. – remain unanswered and the above mentioned prospects, highly depending on these issues, currently portray visionary statements rather than empirically secured certainties²⁴. It is therefore not yet clear what precise consequences could come along by implementing self-driving technology into our transport system – in relation to travel behavior, land use, access to mobility, car related industries, insurance policies, etc. – and not much academic research has been devoted to these topics so far²⁵. There has been, however, due to the growing interest in the topic, an increasing number of studies and reports from consulting firms [e.g. 48, 49, 50, 51] as well as from other institutions [e.g. 2, 52], mainly aiming at advising policy makers and industry [cf. 51]. Taken together, current research on automated driving often tends to focus on the technical parts of the technology emerging and mostly originates from technical perspectives/disciplines. We will in the following emphasize the context of the system where the technology is likely to be embedded in and focus on current trends, developments and actors that tend to play a role in the genesis of fully automated driving (see Figure 4 for a graphic overview of the scenarios with regard to their actual players and their assumed ambitions). We will discuss three different deployment

²⁴ For example, projections for the safety potentials of fully automated vehicles are subject to various assumptions about variables that are currently unknown and therefore need to be validated and refined carefully [45]. Also, the varying vocabulary used (“driverless”, “self-driving”, “autonomous”, “automated”, “intelligent”, etc.) could be misleading and distracting to assess benefits and consequences of autonomous driving technology in general.

²⁵ An exception presents the research project “Autonomes Fahren – Förderprojekt Villa Ladenburg”, funded by the Daimler and Benz foundation (for more information, see in the text) – worldwide probably the most comprehensive project in academia so far, with a broad scope on fully automated driving.

scenarios of fully automated driving – namely ‘evolution’, ‘revolution’ and ‘transformation’ – based on what is currently known. Essentially, the study used an explorative approach: between October 2012 and September 2014, expert views and studies from industry and academia were discussed in six expert workshops and through the adaption of work packages by various experts from different disciplines. The overall aim of the project, funded by the Daimler and Benz foundation, was to anticipate and motivate a broader debate on automated driving from interdisciplinary viewpoints [53]. The discussions and topics were organized in matrixes and then compiled in specific use cases of fully automated driving [54] as well as different deployment scenarios [55]. Out of this, classifications of automated driving could be conducted, based on levels of automation (‘partly automated’ to ‘fully automated’), application fields (‘restricted’ to ‘not restricted’), actors involved and mobility concepts. By introducing the three scenarios, their possible requirements and consequences, we want to bring attention to a rapidly changing technological landscape and add to the discussion on possible shifts and ruptures in the system of automobility (see above). However, as we will show in the following section, several elements as well as their dynamics in the technological field currently remain nebulous, thereby making it difficult to assess or even forecast transition processes. What we will provide, though, is a first overview on prevailing developments that can initiate a broader scientific debate on fully automated driving for the future.

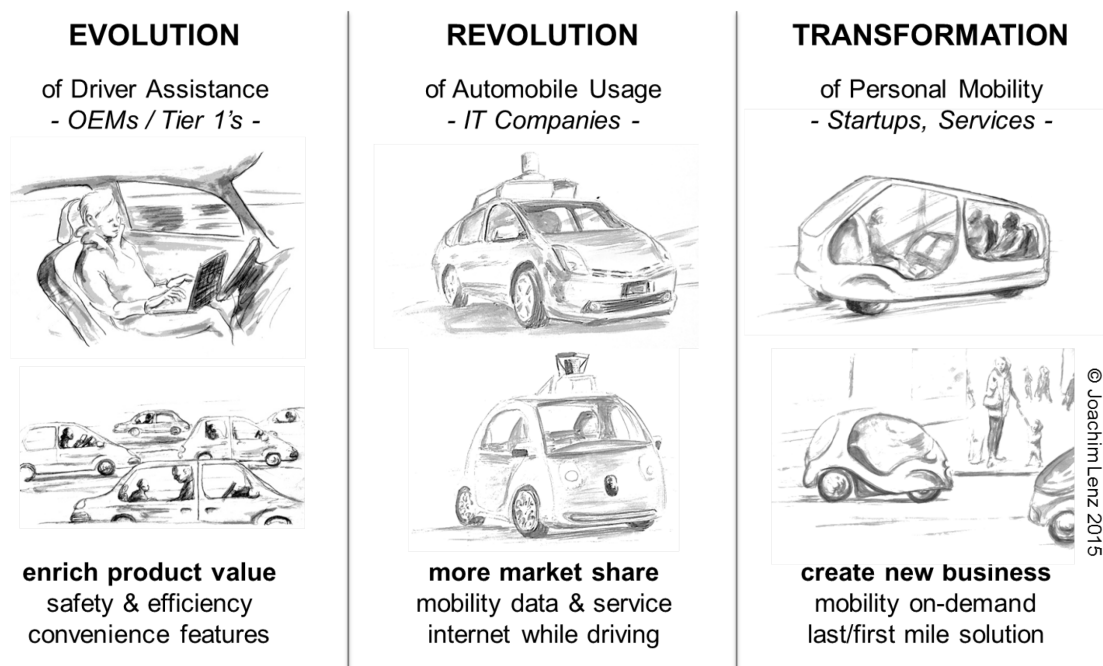


Figure 4: Overview of the three primary deployment scenarios for fully automated driving

7.1.4.1 *Evolution of the personal automobile*

One scenario towards fully automated driving, and potentially the most obvious one, is the evolution of the personal automobile, which implies that the vehicle will be complemented with technology assisting and eventually replacing the driver [cf. 56, 57]. This scenario has its technological roots in what is called ‘Driver Assistance Systems’, e.g. anti-lock braking, stability control, adaptive cruise control, lane keeping assist, emergency braking assist, parking assist, and

now currently the deployment of traffic jam assist [cf. 58, 59]. As these terms suggest, the respective systems for now *assist* the driver (and do not perform independently) in specific situations, which can be categorized as too unfamiliar, too demanding or too tedious to be performed by a human – whereas the tentative end of this pathway is a passenger vehicle on the highway that drives itself or maneuvers into a parking spot with no human interaction necessary [60, 58]. Primary players in this field are established vehicle manufacturers and component suppliers, both often in collaboration with additional players in industry and academia, aiming to continuously improve safety and convenience of their products, i.e. personally used automobiles. This scenario follows the approach how the automotive industry typically introduces innovation, which is in a stepwise manner in the pursuit of keeping a competitive advantage in the market [cf. 56, 62]. However, it is considered demanding, that the introduction of automated driving technology will require a shift in how humans interact with vehicles and what infrastructure as well as regulatory measures might be necessary [1, 2].

One of the key elements and challenges simultaneously, therefore seems to be the human-machine interface: The evolutionary steps from a scenario where the driver constantly monitors the vehicle to a scenario where she/he only needs to be present in case of an unforeseen situation to the fully automated scenario where no monitoring and no intervention are necessary any more, pose difficulties to interface developers as well as to engineers and human-machine psychologists (63, 64). Simultaneously, drivers' trust in a machine seems to depend largely on the machine's ability to mimic humanity – e.g. having names, a gender, a voice – known under the concept of 'anthropomorphism' [cf. 67]. Thus, the vivification of machines could increase with the advent of the fully automated vehicle as lines between the human and the nonhuman become more and more blurry.

Another complicacy poses mixed traffic to this scenario: While only few new vehicles would be 'quasi self-driving', many existing vehicles would still be entirely human controlled. How to implement safeguards in vehicle and roadway systems to cope with mixed traffic will be a technical, regulatory and infrastructural challenge for the evolutionary scenario towards automated driving.

With regard to the multi-level perspective (MLP), the pathways to this scenario could be described as either transforming or reconfiguring the existing regime, more from within the regime itself than from landscape, niche or outside forces [22]. On the landscape level, moderate pressure can be stated – e.g. climate change and urbanization processes, i.e. rising congestion problems as a result of spatial agglomeration. On the regime level, this already lead to increased initiatives towards greener, less congested cities (e.g. 65), thereby also exerting pressure on regime actors like vehicle manufacturers to adjust their products (i.e. technologies related to road vehicles) to the stated challenges [46]. An evolution of automobiles that become less and less human-operated will eventually modify practices of using the car, being in the car, perceiving travel time, etc. A gradual adaptation on the regime level is therefore conceivable for the evolutionary scenario, though a fundamental change of the system cannot be anticipated at the moment.

This adds to the discourse of the car as the predominant means of transportation, embedded in what is conceptualized by Urry “*as a self-organizing autopoietic, non-linear system*” [11, p. 27]. As such, this system has been able to adapt to changing environments (e.g. technological, political, infrastructural, social) and reproduce its predominance continuously. When a CEO of a large vehicle manufacturer introduced a concept car at the CES in Las Vegas in January 2015, that showed their vision about the future fully automated car, he supported his keynote speech by key phrases like “*private space and quality time*”, “*luxury*”, “*exclusive cocoons on wheels*”, “*space, time and privacy*”, “*third place [...] in addition to home and office*” [66] – weaving it in with what seems to be a logical evolution of the automobile. Showcase phrases like these therefore represent leading paradigms for the evolutionary scenario and can be read as interesting hints that the era of the car might not be over yet. Even the opposite could hold true: An automated driving cocoon can be read as a metaphor for a private resort that enables escaping from modern life, often sensed as stressful, noisy, speedy and crowded. In this context, driving in a car could unfold further significance in relation to social interaction within the inside space of the vehicle [cf. 69]²⁶ – simultaneously, the (formerly self-driving) individual will be torn from other social interactions on the outside even further, e.g. the street life, traffic, environment, etc.

7.1.4.2 Revolution of personal mobility

While the evolutionary scenario seems to be relatively obvious as a pathway toward fully automated driving, there is another much discussed trend that can be described as ‘non-automotive technology companies entering the field’: Players with a background in the internet search and online services business now aim to apply their expertise in data systems, mapping technology, and artificial intelligence to the mobility field. The goal seems to induce a fundamental change in how individuals use personal mobility – a revolution. In contrast to the evolutionary scenario, no steps between current driving modes and fully automated driving are intended, and a completely different traffic pattern is envisioned altogether [cf. 67, 68]. Although, it is not yet clear if – similar to the evolutionary scenario – a broad coverage of highways should be expected for this scenario or rather a limited deployment, for instance only on reserved highway lanes or in specific downtown areas; the latter might be more likely, considering some of the companies’ research activities [70, 71].

Besides implementing their technology solutions in other fields, a key motivation for the non-automotive technology companies seems to be the extension of respective core products, i.e. internet services and online businesses, to what could arguably be called the final frontier of the digital lifestyle, i.e. the time and place when consumers drive an automobile. In this sense, a fully automated vehicle is a means of movement that not only blurs the lines between human and machine, but one that blurs the lines between human, machine and computer/information systems.

²⁶ A liberation from the driving task fits in with cars’ evolutionary development over recent decades where a trend could be observed that driving is far less a matter of expressing identity (as also manifested in sports cars’ loss of significance and the increase in closed vehicles with large interiors) than one of temporarily ‘inhabiting’ a space that also enables social interaction [69].

While the challenges regarding the evolutionary scenario are somewhat scenario inherent, i.e. the mixed traffic situation during the transition toward fully automated driving, this seems to be different with the revolutionary scenario. Assuming that a limited deployment of fully automated vehicles in dedicated areas – e.g. on a few city blocks or on a few highways – is at least a likely pathway towards this scenario, a necessary infrastructure can be deployed more easily for this limited scope than it would be the case for a large network of city streets and highways, meaning that the revolutionary scenario might earlier come to fruition than the evolutionary one.

Although this scenario could be regarded as coming from the niche level within the system of automobility (e.g. considering the research activities and the test beds [72]), the key players could rather be seen as established within the regime of another system, namely the ‘system of information and communication’ [30]. However, the business models that these players pursue currently remain rather nebulous [73]: it is highly uncertain if companies from the information technology sector could (or even plan to) eventually replace the established OEM and take over the car manufacturing field. In fact, companies like Google currently seem to be the only ones officially promoting a fully automated vehicle that does not have pedals and a steering wheel anymore [72], while OEM focus more on automated assisting features that eventually, but only in the long-term lead to fully automated vehicles [55]. This tentativeness currently leaves room for a lot of speculation not only on the possible scenarios but also on the potential consequences [55]. Changes on the regime level of the system of automobility are therefore conceivable for many of the regime’s (material or immaterial) elements: company take-overs or cooperation could alter the landscape of actors in the system, influencing technical products and (mobility) services, thereby influencing the meaning and ascription of automobiles [74]; automobile user practices could adjust, and “*how the car is inhabited can be transformed*” [69, p. 237], etc. One thing seems to be certain, though: the digitalization of many parts of our societies does (or probably will) not spare the mobility sector in general [74].

7.1.4.3 Transformation of personal mobility

Finally, a third scenario towards fully automated driving aims at reinventing personal mobility by combining the advantages of the personally used automobile and public transportation, addressing the ‘last mile’ problem, and further enhanced by advanced technology. The key players in this field are startup and service companies that pursue new business opportunities. The goal is to automate taxi and ride-sharing services, i.e. to offer so-called ‘automated mobility on-demand’ (AMOD) services, which consist of a fleet of self-driving vehicles that can be ordered to the user’s location to be then transferred to a desired destination, all within a pre-defined operating area. Currently there are several pilot deployments of AMOD systems in Switzerland, Singapore, or England [e.g. 75, 77].

On the one hand, this scenario is similar to the revolutionary scenario as it aims at changing mobility patterns in a limited deployment area (such as a specific downtown district). On the other hand, however, the primary focus here is to establish a completely new way of personal mobility – closely interrelated to the use of information and communication technologies (e.g. that enables

fast access to vehicles or mobility services). It does not just aim to revolutionize the way that people use the automobile as we know it, but rather integrate personal mobility with public transportation to address safety, pollution, and congestion problems. The respective startup or service companies are driven by the idea that the personally owned and operated automobile is more and more impractical if not completely unsustainable in cities, but at the same time the public transportation network of trains and busses is not seamless enough so that a convenient door-to-door coverage can be offered [cf. 75, 76, 77]. Therefore, the transformative scenario could be regarded as on the edge of technological and social innovation to address problems that individual motorized traffic brought to the fore, advanced by a very active startup-community around (shared) mobility options that constantly develops digital applications for connected and intermodal transportation options [cf. 78].

AMOD systems might in some cases just cover the first/last mile segment of an inner-city trip (i.e. to/from the subway station) and in other cases enable a practical way to implement a convenient public transportation system in the first place. It could also serve as an expansion and differentiation of today's car sharing concepts where one of the main hurdles remain in that the user has to catch the vehicle – with fully automated vehicles it could be the other way round: the vehicle catches the user [79, p. 177]. This, at first glance, could indeed offer new potentials to change current automobile practices (as well as the meanings that are currently ascribed to an automobile) on the regime level: instead of using and owning an automobile, users of fully automated vehicles could order a car whenever they need it, or access other means of transport if these seem to suit their mobility needs in a better way.

Alongside the above-mentioned changes on the regime level from the other scenarios that might as well play out for the transformative scenario, also come changes that arise from the hybridization of individual and public transport. The likelihood of local transport authorities engaging more in cooperation with private mobility providers might lead to renegotiating rules, regulations and access in the public transport arena, thus retroacting on *“knowledge and discourses, their sedimentation in material landscapes, institutions and laws to governmentalities, subject formations and empirical practices”* [23, p. 619].

One challenge concerning the transformative scenario actually seems to lie in establishing initial deployments of AMOD systems, coming from a niche, in public, so that the benefits and practicality of this approach can be demonstrated. The key players behind this scenario hope to generate demand for respective solutions so that significant R&D efforts can be spread over multiple deployments and can be recovered altogether. This presents a typical startup problem, which is that innovative companies pursue a novel business idea, often involving novel technology and aiming to transform the existing, but don't have too much leverage on the market. In addition, similar to the other two before mentioned scenarios, infrastructure measures in terms of regulation, communication, and roadways might be necessary, which need to be established first, even if only on a very local level. Overall, this scenario might come to fruition in a similar time horizon as the revolutionary scenario, which is well before the evolutionary example because only limited deployment areas are targeted.

7.1.5 Conclusion

Obviously, the three scenarios to fully automated driving are rather complementary than competitive, they could therefore as well evolve parallel to each other. However, their implications for the system of automobility could be quite different. While the evolutionary scenario seems to lead to a slow transformation or reconfiguration of the system on the regime level without changing current mobility patterns [cf. 30, pp. 335], and the transformative scenario might imply a different regime where multimodal practices replace the predominance of the privately owned car (*ibid.*), the direction of the revolutionary scenario remains rather nebulous – in part, because it is not clear yet what the objectives and the scope of the dominant players are. It is therefore challenging and due to further research to evaluate the consequences that an amalgamation of two systems, i.e. the system of automobility and the system of information and communication technologies could implicate in the mid and long term.

For reasons of the scale of (first) implementation, it can be expected that the easiest (i.e. the transformative scenario) might yield pilot deployments of fully automated urban mobility services in form of AMOD in the very near term (within a few years), the revolutionary scenario can be expected in the midterm (by the end of this decade), and the evolutionary scenario might only get to a level meeting the fully automated driving definition in the very long term (it does not seem realistic at this point to make projections that far into the future, therefore a concrete date should not be stated).

Challenges that the different scenarios face are somewhat similar, as infrastructure measures are needed to establish respective legal, communication, and roadway systems recognizing the special needs of fully automated vehicles. While regulators have to learn how to regulate a new traffic pattern with fully automated vehicles, the general public also needs to learn how to interact with such new concepts. Today's traffic has actually, with all its challenges, become something intuitive and natural. That means eye contact, courtesy, intuition, and common sense help humans to participate in traffic. And going forward, a new behavior needs to be established if more and more non-human behavior is added to the mix. Trust, ethics, and hierarchy might change as humans hand over more and more control to machines, which is something that can also be observed in other fields of robotics, such as the manufacturing realm.

7.1.6 Outlook

The remarks on the three scenarios necessarily remain on a fragmentary base – be it technical, legal, infrastructural, behavioral or societal questions, challenges and measures, there certainly is more that could be discussed. Yet, the items mentioned above should have served to initiate a start on a more holistic debate on a future with fully automated vehicles and their implications in a larger context, i.e. in the system of automobility. So far, fully automated driving has been – besides from the technological aspects – researched scarcely and the considerations on the three scenarios also originate from a technological perspective, respectively developments in the technological sectors. Yet, different scenarios – this is what we wanted to outline – could have different implications, not only in relation to the technical artefact (the automobile) and its future users but

for the system of automobility as a whole. Such a systemic research approach thereby maneuvers on the interface of different scientific disciplines, or, to put it in other words: if fully automated driving is considered to play a significant role in future mobility possibilities, *“it should not be restricted to an arena primarily concerned with technical and legal questions”* [80, p. 170]. Technological developments blur lines between technology, society and nature, which is a reason why they are only to be solved by close interdisciplinary work.

In our study, the multi-level perspective (MLP) was used to identify and examine current developments in the field of automated driving. As stated in section 2, the MLP can be characterized as an explanatory and analytical approach to investigate sociotechnical changes and to emphasize specific characteristics and dynamics on various levels (landscape, regime, niche) that lead to these changes (20, p. 38). However, the approach tends to unduly generalize the characteristics and dynamics into patterns, thereby suppressing *“how technical systems are implicated in defining and reproducing daily life”* (21, p. 471) whereas the examination of *“heterogeneity, contingency, fluidity, emergence, unpredictability, and untidiness”* (20, p. 38) as well as the formation/configuration of altered social practices and routines that enable technological change may be an inevitable amendment to get a more holistic picture.

Admittedly, working concepts, theoretical and methodical approaches that fit social sciences, engineering and the sciences likewise to gain this ‘holistic picture’ are hard to find. An example for such an approach would be the ‘constellation analysis’ as *“an interdisciplinary Bridge-Concept”* [cf. 81, p. 1] that tries to equally integrate bodies of knowledge, viewpoints and investigative horizons of different disciplines from a bottom-up perspective. Furthermore, and as recently stated by Schirrmeister [82], discourse-analytical approaches seem to be very well suited for research on future technologies: *“Although the theoretical background and methodological approach may differ, [...] discourse analysis could be an appropriate method for investigating different subjects without being restricted to the perspective of a single scientific discipline alone”* (ibid., p. 2). Certainly, focusing on the discursive formations as (re)productions of knowledge and their linguistic elements alone would encumber the view on what Foucault from a more holistic perspective described as ‘dispositif’: a net of material structures, discourses, practices and subjective positioning [83, p. 194]. In her recent work on possible changes within the system of automobility and the emergence of new mobility regimes, Manderscheid [23] picks up on Foucault’s concept of the dispositif and provides interesting and integral insights that could as well be suitable when analyzing implications of fully automated driving in the future. She also stresses that *“a broad societal learning process is needed, with a focus on the system as a whole: its spatial characteristics, the infrastructural and technologic options, individual needs for mobility and access, cultural norms and institutions, as well as their mutual interdependence”* [84, p. 1113].

Acknowledgements

We would like to thank the Daimler and Benz foundation for funding part of the study.

7.1.7 References

- Fagnant D, Kockelman K (2013) Preparing a Nation for Autonomous Vehicles: Opportunities, Barriers and Policy Recommendations for Capitalizing on Self-Driven Vehicles. William P. Eno Paper.
http://www.cae.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/ENORreport_BCAofAVs.pdf
Accessed 24 June 2015
- Litman T (2015) Autonomous Vehicle Implementation Predictions – Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute. <http://www.vtpi.org/avip.pdf>.
Accessed 24 June 2015
- Pyper J, ClimateWire (2014) Self-Driving Cars Could Cut Greenhouse Gas Pollution. Scientific American. <http://www.scientificamerican.com/article/self-driving-cars-could-cut-greenhouse-gas-pollution/>
Bullis, K. (2011): How Vehicle Automation Will Cut Fuel Consumption. October 24, 2011 <http://www.technologyreview.com/news/425850/how-vehicle-automation-will-cut-fuel-consumption/>. Accessed 14 March 2015
- Hucko M (2015) Verkehrsplanung: "Selbstfahrende Autos sind eine Chance für die Stadt". Spiegel Online. <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/autonomes-fahren-chance-fuer-die-stadt-a-997393.html>. Accessed 14 March 2015
- Fung B (2014) The future of Google's driverless car is old people. The Washington Post. <http://www.washingtonpost.com/blogs/the-switch/wp/2014/05/28/the-future-of-googles-driverless-car-is-old-people/>. Accessed 14 March 2015
- Kruse P (2009) Ein Kultobjekt wird abgewrackt. GDI Impuls 1: 12-20. http://www.z-punkt.de/fileadmin/be_user/D_News/D_2009_02_Newsletter/GDI_Impuls_1_09.pdf
Accessed 24 June 2015
- Fox WM (1995) Sociotechnical System Principles and Guidelines: Past and Present. Journal of Applied Behavioral Science 31:91-105
- Latour B (1996) Aramis, or the love of technology. Harvard University Press, Cambridge
- Geels FW (2005) The Dynamics of Transitions in Socio-technical Systems: A Multi-level Analysis of the Transition Pathway from Horse-drawn Carriages to Automobiles (1860–1930). Technology Analysis & Strategic Management 17:445-476
- Lyons G (2012) Visions for the Future and the Need for a Social Science Perspective in Transport Studies. In: Geels FW, Kemp R, Dudley G, Lyons G (ed) *Automobility in Transition? – A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*, Routledge, New York et al., pp 29-48
- Urry J (2004) The 'System of Automobility'. Theory, Culture & Society 21:25-39
- De Haan J, Rotmans J (2011) Patterns in transitions: Understanding complex chains of change. Technological Forecasting & Social Change 87:90-102
- Morton C, Schuitema G, Anable J (2011) Electric vehicles: Will consumers get charged up? 43rd Annual UTSG Conference.

http://www.academia.edu/5439476/Electric_Vehicles_Will_consumers_get_charged_up. Accessed 14 March 2015

Smith A, Voß JP, Grin J (2010) Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy* 39:435–448

Genus A, Coles AM (2008) Rethinking the multi-level perspective of technological transitions. *Research Policy* 37:1436-1445

Rotmans J, Kemp R, Asselt MV (2001) More evolution than revolution: Transition management in public policy. *Foresight* 3:15-31

Joas H, Knöbl W (2004) *Sozialtheorie: Zwanzig einführende Vorlesungen*. Suhrkamp, Frankfurt am Main

Geels F (2010) Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39(4):495–510

Verbong GP, Geels F (2010) Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(8):1214-1221

Geels F (2011) The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1:24-40

Shove E, Walker G (2010) Governing transitions in the sustainability of everyday life. *Research Policy* 39:471-467

Geels F, Schot J (2007) Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3):399-417

Manderscheid K (2014) The Movement Problem, the Car and Future Mobility Regimes: Automobility as Dispositif and Mode of Regulation. *Mobilities* 9:604-626
Berkhout F, Smith A, Stirling A (2003) Socio-technological regimes and transition contexts. SPRU Electronic Working Paper Series 106:1-36

Latour B (2005) *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press, Oxford

Thrift N (2004) Driving in the City. *Theory, Culture & Society* 21:41-59

Bull M (2001) Soundscapes of the Car: A Critical Ethnography of Automobile Habitation. In: Miller D (ed) *Car Cultures*. Berg Publishers, Oxford, pp 185-202

Gilroy P (2001) Driving While Black. In: Miller D (ed) *Car Cultures*. Berg Publishers, Oxford, pp 81-104

Stotz G (2001) The Colonizing Vehicle. In: Miller D (ed) *Car Cultures*. Berg Publishers, Oxford, pp 223-243

Böhm S, Jones C, Land C, Paterson M (2006) Introduction: Impossibilities of automobility. *The Sociological Review* 54:1-16

Geels F, Kemp R, Dudley G, Lyons G (2012) *Automobility in Transition? – A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*. Routledge, New York et al.

- Goodwin KJ (2010) Reconstructing Automobility: The Making and the Breaking of Modern Transportation. *Global Environmental Politics* 10:60-78
- OECD, International Transport Forum (2013) Long-run Trends in Car Use. ITF Round Tables No. 152, OECD Publishing/ITF. <http://dx.doi.org/10.1787/9789282105931-en>. Accessed 14 March 2015
- Chen Q, Le Vine S, Polak J (2014) Generation Next. The changing travel habits of pre-driving age young people in Britain. The Royal Automobile Club Foundation (RAC), London
- Feige I, Kuhnimhof T (2013) 'Mobility Y' – The Emerging Travel Patterns of Generation Y. Institute for Mobility Research (ifmo), München
- Kent J (2014) Driving to save time or saving time to drive? The enduring appeal of the private car. *Transportation Research Part A* 65:103-115
- Sheller M (2004) Automotive emotions feeling the car. *Theory, Culture & Society* 21:221-242
- Kubitzki J (2014) Jung und urban. Sicherheit und Mobilität 18-24-Jähriger im motorisierten Straßenverkehr. Allianz Deutschland AG, München
- Becker J (2015) So schnell rostet Autoliebe nicht. *Süddeutsche.de*. <http://www.sueddeutsche.de/auto/zukunft-des-fahrens-so-schnell-rostet-autoliebe-nicht-1.2285713>. Accessed 14 March 2015
- Kröger F (2015) Das automatisierte Fahren im gesellschaftsgeschichtlichen und kulturwissenschaftlichen Kontext. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp 41-68
- Minx E, Dietrich R (2015) Geleitwort. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp V-VII
- SAE International (2014) Automated Driving Levels of Driving Automation are Defined in New SAE International Standard J3016. SAE International. http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf. Accessed 14 March 2015
- Highly Automated Vehicles of Intelligent Transport (HAVEit): Project, part of the 7th RTD Framework Programme of the European Union (FP7-ICT – Information and Communication Technologies). <http://www.haveit-eu.org> Accessed 24 June 2015
- European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC) (2013) Multi-Annual Implementation Plan for Horizon 2020. http://www.ertrac.org/index.php?mact=DocumentSearch,cntnt01,default,1&cntnt01documentsearch_id=20&cntnt01returnid=88&page=88 Accessed 24 June 2015
- Burns L (2013) Sustainable mobility: A vision of our transport future. *Nature* 497: 181-182. <http://www.nature.com/nature/journal/v497/n7448/full/497181a.html>. Accessed 24 June 2015

- Winkle T (2015) Sicherheitspotenzial automatisierter Fahrzeuge: Erkenntnisse aus der Unfallforschung. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp 351-376
- Hönle S (2015) Connected & Automated Driving. ERTRAC 2015 Annual Conference. http://www.ertrac.org/uploads/documents_publications/2015%20Conference%20presentations/Bosch.pdf. Accessed 24 June 2015
- Friedrich B (2015) Verkehrliche Wirkung autonomer Fahrzeuge In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp 331-350
- Silberg G, Wallace R, Matuszak G (2012) Self-driving cars: The next revolution. KPMG. <https://www.kpmg.com/US/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/self-driving-cars-next-revolution.pdf>. Accessed 42 June 2015
- Leech J, Whelan G, Bhajji M (2015) Connected and Autonomous Vehicles – The UK Economic Opportunity. KPMG. <http://www.smmmt.co.uk/wp-content/uploads/sites/2/CRT036586F-Connected-and-Autonomous-Vehicles-%E2%80%93-The-UK-Economic-Opportu...1.pdf> Accessed 24 June 2015
- Diem W (2013) Driver Assistance to Driverless Cars: Technologies, Challenges and Outlook. Autelligence Limited
- Anderson J, Kalra N, Stanley K, Sorenson P, Samaras C, Oluwatola O (2014) Autonomous Vehicle Technology. A Guide for Policymakers. RAND Corporation, http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR400/RR443-1/RAND_RR443-1.pdf. Accessed 24 June 2015
- Le Vine S, Polak J (2014) Automated Cars: A smooth ride ahead? ITC Occasional Paper. Number Five. Independent Transport Commission (ITC). <http://www.theitc.org.uk/docs/114.pdf>. Accessed 24 June 2015
- Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (2015): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Springer Vieweg, Wiesbaden <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-45854-9>. Accessed 24 June 2015.
- Wachenfeld W et al. (2015) Use-Cases des autonomen Fahrens. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp 9-37
- Beiker S (2015) Einführungsszenarien für höhergradig automatisierte Straßenfahrzeuge, In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp 197-217
- Becker J, Aranda Colas M-B, Nordbruch S, Fausten M (2014) Bosch's Vision and Roadmap Toward Fully Autonomous Driving. Meyer G, Beiker S (ed) Road Vehicle Automation. Springer International Publishing, Wiesbaden, pp 49-59
- Continental (2012) Continental Strategy Focuses on Automated Driving. Press Release. <https://www.conti->

online.com/www/pressportal_com_en/themes/press_releases/1_topics/automated_driving_en/pr_2012_12_18_automated_driving_en.html. Accessed 24 June 2015

Daimler: Mercedes-Benz Intelligent Drive – On the Road to Autonomous Driving. Avoiding Danger, Providing Timely Warning And Assisting. <http://www.daimler.com/dccom/0-5-1210218-1-1462148-1-0-0-1210228-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0.html>. Accessed 24 June 2015

BMW: Traffic jam assistant. http://www.bmw.com/com/en/newvehicles/x/x5/2013/showroom/driver_assistance/traffic_jam_assistant.html#t=1. Accessed 24 June 2015

Nissan (2013) Nissan Announces Unprecedented Autonomous Drive Benchmarks. Press Release. <http://nissannews.com/en-US/nissan/usa/releases/nissan-announces-unprecedented-autonomous-drive-benchmarks>. Accessed 24 June 2015

ESC Installation Rates Worldwide by New Car Registration”, Bosch Unternehmenswebseite, <http://www.bosch.co.jp/en/press/pdf/rbjp-1009-02-01.pdf>

McBride, B., “Vehicle Sales: Fleet Turnover Ratio”, Calculated Risk, <http://www.calculatedrisk-blog.com/2010/12/vehicle-sales-fleet-turnover-ratio.html>. Accessed 24 June 2015

Wolf I (2015) Wechselwirkung Mensch und autonomer Agent. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp 103-126

Färber B (2015) Kommunikationsprobleme zwischen autonomen Fahrzeugen und menschlichen Fahrern. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp 127-146

Waytz A, Heafner J, Epley N (2014) The mind in the machine: Anthropomorphism increases trust in an autonomous vehicle. *Journal of Experimental Social Psychology* 52:113–117

Siemens AG (2012) The Green City Index. A summary of the Green City Index research series. <http://www.siemens.com/entry/cc/de/greencityindex.htm> Accessed 24 June 2015

Zetsche D (2015) Dr. Dieter Zetsche – Mercedes-Benz - KEYNOTE 2015. International CES 5.01.2015. <https://www.youtube.com/watch?v=cMmYFxe6O-I>. Accessed 14 March 2015

Thrun S (2010) What we’re driving at, Official Google Blog, <http://googleblog.blogspot.de/2010/10/what-were-driving-at.html> Accessed 24 June 2015

Ingram A (2014) Nokia Joins Autonomous Car Development With \$100M Fund“, Motorauthority, http://www.motorauthority.com/news/1091948_nokia-joins-autonomous-car-development-with-100m-fund. Accessed 24 June 2015

- Laurier E, Dant T (2012) What We Do Whilst Driving: Towards the Driverless Car. In: Grieco M, Urry J (ed) *Mobilities: New Perspectives on Transport and Society*. Ashgate, Hampshire, pp 223-244
- Ramsey M (2015) Carnegie Mellon Reels After Uber Lures Away Researchers. *The Wall Street Journal*. <http://www.wsj.com/articles/is-uber-a-friend-or-foe-of-carnegie-mellon-in-robotics-1433084582>. Accessed 24 June 2015
- Fehrenbacher K (2013) Zappos CEO rethinks urban transportation in Vegas with 100 Tesla Model S cars, Gigaom. <https://gigaom.com/2013/04/03/zappos-ceo-rethinks-urban-transportation-in-vegas-with-100-tesla-model-s-cars/>
- Google Self-Driving Car Project. Official Website. <http://www.google.com/selfdrivingcar/>. Accessed 26 June 2015
- Dougherty C (2015) Hoping Google's Lab Is a Rainmaker. *The New York Times*. <http://www.nytimes.com/2015/02/16/business/google-aims-for-sky-but-investors-start-to-clamor-for-profits.html>. Accessed 24 June 2015
- Rammner S (2015) Doppelter Fahrerwechsel in der Autobranche. In: *Zeit Online*. <http://www.zeit.de/mobilitaet/2015-02/apple-google-auto-digitalisierung>. Accessed 24 June 2015
- Caula R (2014) AKKA link&go 2.0 electric self-driving concept designed for future cities, <http://www.designboom.com/technology/akka-linkgo-2-0-electric-driverless-concept-car-for-the-city-of-the-future-03-12-2014/> Accessed 24 June 2015
- CityMobil2 (2012) CityMobil2 <http://www.citymobil2.eu/en/>. Accessed 14 March 2015
- Milton Keynes (2014) Driverless Pods: First three to arrive in Milton Keynes in March - and fleet of 40 will follow soon after. *MK News*. <http://www.mkweb.co.uk/DRIVERLESS-PODS-arrive-Milton-Keynes-March/story-25155183-detail/story.html>. Accessed 14 March 2015
- Silicon Valley Autonomous Vehicle Enthusiasts: Official Website. <http://www.meetup.com/de/Silicon-Valley-Autonomous-Vehicle-Enthusiasts/>. Accessed 24 June 2015
- Lenz B, Fraedrich E (2015) Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp 175-196
- Schreurs M, Steuwer S (2014) Autonomous Driving – Political, Legal, Social, and Sustainability Dimensions. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (ed) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp 151-174
- Schön S, Nölting B, Meister M (2004) *Konstellationsanalyse. Ein interdisziplinäres Brückenkonzept für die Technik-, Nachhaltigkeits- und Innovationsforschung*. Discussion Paper 12. Zentrum für Technik und Gesellschaft, Berlin

- Schirrmeister M (2014) Controversial futures—discourse analysis on utilizing the “fracking” technology in Germany. *European Journal of Futures Research* 2:38:1-9
- Foucault M (1980) *Power/Knowledge. Selected Interviews and Other Writings 1972-1977*. Pantheon Books, New York City
- Vergragt PJ, Szejnwald Brown H (2007) Sustainable mobility: from technological innovation to societal learning. *Journal of Cleaner Production* 15:1104-1115

8 Subjekt

„Entsprechend erscheint es relevant, von einer grundsätzlichen Situiertheit von Mobilitätspraktiken in und Wechselbeziehungen mit sozial-strukturellen, räumlich-infrastrukturellen, kulturellen, politischen, ökonomischen und persönlichen Kontexten der Individuen auszugehen, anstatt diese von gegebenen Präferenzen und Orientierungen isoliert betrachteter Personen abzuleiten“

(Manderscheid 2016: 73).

Ein Verständnis von Automobilität, wie es in obigem Zitat dargelegt wird, geht noch über die Vorstellung hinaus, dass das Automobil in ein gesellschaftliches, bzw. soziotechnisches System eingebettet ist, sondern nimmt vor allem in den Blick, dass spezifische Elemente (von Technologien über Symboliken hin zu Praktiken, etc.) innerhalb dieses Systems Beziehungen miteinander eingehen.

Ein zentraler Aspekt im Zusammenhang mit der Subjektdimension von Akzeptanz des autonomen Fahrens ist der nach adäquater methodischer Adressierung. Insbesondere geht es um die Frage, ob eine Erfassung (und Interpretation) von Einstellungen in Form von Haltungen, Wertungen, Einschätzungen, etc. ausreichend ist. In der Literatur finden sich Hinweise, dass einstellungsbasierte Ansätze „notwendigerweise auf Distanz zur Technik, ihrer Genese und ihren Nutzungsformen und den damit verbundenen Chancen und Risiken [bleiben]. Der Forschungsgegenstand wird mit Wahrnehmungsparametern *gegenüber* der Technik erfasst, statt den je spezifischen Risiko- und Nutzenpotentialen *von* sehr differenten Techniken in ihrem jeweiligen gesellschaftlichen Kontext Rechnung zu tragen“ (Petermann & Scherz 2005: 46).

Der folgende Artikel „**How collective frames of orientation towards automobile practices provide hints for a future with autonomous vehicles**“, der sich aktuell in Begutachtung bei der Fachzeitschrift Applied Mobilities befindet, nimmt autonomes Fahren im Verhältnis zu (auto)mobilen Praktiken in den Blick. Solche Praktiken sind zu verstehen als „in Beziehungen und gesellschaftlichen Kräftefeldern ausgehandelt[...] und aus diesen entstehend[...]“ (Manderscheid 2016a: 73). Die Explorationsstudie (siehe Kapitel 6.1) hat deutlich gemacht, dass autonomes Fahren (wenig überraschend!) stark mit den Themen Autonutzung und -besitz verbunden ist. Um Zugang zu stärker orientierenden Perspektiven auf autonomes Fahren zu erfassen, wird im Artikel der aktuelle Bedürfnis- und Nutzungskontext zu Autonutzung und -besitz in den Blick genommen, der sich wiederum erst durch spezifische Praktiken als sinnvoll begreifen lässt. Darüber hinaus wird im Artikel auch diskutiert, wie sich solche Ansätze von gängigen Ansätzen der Verkehrsforschung unterscheiden und welche methodologischen und methodischen Implikationen damit einhergehen.

8.1 How collective frames of orientation towards automobile practices provide hints for a future with autonomous vehicles.

Eva Fraedrich

Humboldt-Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, Germany

E-Mail: eva.fraedrich@gmail.com

Nach Überarbeitung wieder eingereicht in der Fachzeitschrift Applied Mobilities am 23.05.2018

Abstract:

Since recent studies on autonomous driving have revealed that perceptions and evaluation towards the technology are bound to how people ascribe meaning to their car use, current user perspectives on and practices towards car use and ownership are thus feasible to approach user perspectives on autonomous driving. The paper aims to engage in the current technology debate by examining these perspectives and practices. It argues that there is a need in transport and mobility research to reach beyond individual attitudes and to analyze them in relation to the sociotechnical context they are associated with. The empirical study thus examines mobility as a practice deeply embedded in and mediated with social and societal relations using a qualitative approach.

The results indicate that car use and ownership are not only based on individuals' decisions reflecting their attitudes, motivations and functional or emotional aspects but also embedded in a specific regime of orientations, attributions, values and norms related to today's society. While the participants in the group discussions expressed a critical view on car use and autonomous driving at first sight, their underlying frames of orientation exposed a different and more 'car-friendly' picture. The study uses these results to draw lessons on the acceptance and adoption processes for autonomous driving in the future. Besides requirements for future research there is a need of integrating holistic approaches into policy and planning processes when implementing autonomous vehicles into the transport system.

Keywords:

Car use and ownership, transport behavior, qualitative research, group discussions, autonomous driving, system of automobility

8.1.1 Introduction

It seems that “[w]e are on the brink of the next mobile revolution” (Minx and Dietrich 2016: v) – this statement from the foreword of a comprehensive volume on autonomous driving (Maurer et al. 2016) refers to a possible radical transformation that currently creates rumor in the field of transport and mobility: autonomous driving²⁷ is about to fundamentally change how we move. In light of this possible transformation it is of particular relevance what specific implications appear conceivable – e.g. in relation to new mobility concepts and types of application, people’s transport behavior, or their residential choices (and thus settlement structures in the long term). Impacts in this regard have been addressed by researchers only recently (cf. Beiker 2016; Fraedrich et al. 2016; Heinrichs and Cyganski 2015; Lenz and Fraedrich 2016; Trommer et al. 2016). Related to these aspects is furthermore the acceptance²⁸ of autonomous driving – on an individual and on a societal level. How are users likely to adopt the technology and incorporate it into their everyday mobility practices? How could autonomous driving thus alter, transform or even replace ‘conventional’ car use and ownership models?

Most notably, when examining user perspectives of autonomous driving we still have to deal with complexity, ambiguousness and heterogeneity that demand interdisciplinary approaches as well as the application of adjusted research methods (cf. Fraedrich and Lenz 2014). In parts, the ambiguousness in how today’s transport users perceive and evaluate autonomous driving is due to their lack of knowledge and experience with autonomous vehicles as they have not been implemented into our transport systems so far. In their qualitative study on user perspectives of autonomous driving, Fraedrich and Lenz (2014) revealed that perceptions and evaluation towards the technology are (unsurprisingly) tightly bound to how people ascribe meaning to their car use. Current user perspectives on and practices²⁹ towards car use and ownership could thus be feasible to approach the topic.

However, automobile practices cannot be seen as singular acts but rather as sociotechnical constellations (Stock 2011, 48 ff.), meaning a combination of practices of action (and interaction), their appropriation, and the social, technical, cultural, temporal and spatial context in which these practices are performed (Schier et al. 2015). A transformation of a system is then also a

²⁷ Autonomous driving is the label for vehicles that execute navigation, longitudinal and lateral control without human intervention (SAE 2014), thus making them ‘self-driving’ and allowing its passengers to pursue other activities while riding. In the following study, I refer to SAE levels 4 and 5 when speaking of “autonomous driving”.

²⁸ Acceptance is here understood as “a complex individual and collective process of evaluation and negotiation” (Fraedrich and Lenz 2016, 626) and exceeds individuals’ opinions, motivations and attitudes. It thus relates to an understanding of a technology deeply embedded in a sociotechnical system (meaning its social, economic and use-related context). A more detailed examination of acceptance (processes) in relation to autonomous driving is published in Fraedrich and Lenz (2016a).

²⁹ (Mobility) Practices can be understood as actions that include actual behavior, routines, are habitual and often unconscious parts of everyday life. Reckwitz (2002, 250) defines a practice as “a routinized way in which bodies are moved, objects are handled, subjects are treated, things are described and the world is understood”. In this regard, it is not so much the subjects (actors and individuals) executing the practices that are of research interest but also the (sociotechnical and everyday life) context in which they are executed – in other words, practices link, fabricate and (co-)produce structures and individuals. This theoretical understanding of practices as supra-individual then requires specific methods of investigation.

transformation of practices (Watson 2012, 489), making it thus necessary to understand how car use and ownership as mobility practices contribute to the existence of such a sociotechnical system. In short, if it is not a technology alone that accounted for a greater shift in society but rather how it is linked to specific practices – as well as their ‘carriers’, norms, values, materialities, functions, environments, infrastructures, markets, regulations, etc. (Geels, 2010) – we should aim at a comprehensive knowledge about daily life practices of car use and ownership to better understand sociotechnical transformation processes in relation to autonomous driving.

Furthermore, it is also of interest how autonomous driving as a new mobility ‘option’ is socially negotiated and reflected upon – and thus translated into individual connotation and into everyday practices, eventually. In their study on plug-in hybrid vehicles (PHEV’s), Axsen and Kurani (2012) stated that on the one hand, such a translation describes “how individuals engage in interactive, ongoing dialogues in which they interpret, negotiate and redefine” (ibid., 1059) the meaning of a technology. This approach exceeds intentional and motivational aspects of the acceptance and adoption process by including social interactions that substantially influence users’ perspectives. On the other hand, translation as an understanding of a technology is achieved “through an ongoing discourse of social interactions that [is] integrated with [...] preexisting background knowledge” (ibid., 1058). In this regard, new mobility options (like autonomous vehicles) have to be examined in terms of an altered “social meaning” (Hirschman 1981) as well as how they connect to preexisting lifestyles, values and practices.

The paper therefore addresses practices and analyzes the current user perspectives on autonomous driving in relation to their orientations towards car use and ownership by using a qualitative research approach that is described in section 3. The method used seeks to extend the focus on subjective attributions of individuals towards their practices and interrogate orientations that structure these attributions. How is automobility framed by users? What perspectives and values can be identified within these frames? And how do they relate to perspectives on autonomous driving?

The aim of the paper is twofold. First, it seeks to contribute to recent debates in transport and mobility research where a need to switch the focus from the individual to the system and their mutual interrelations has been stated (e.g. Shove and Walker 2010; Urry 2004; Watson 2012). It is argued that car use has to be regarded as part of a sociotechnical constellation – as an interaction of everyday practices, their acquisition and the context in which they are performed (Schier et al. 2015). Against this background, it will deal with questions of appropriate methodology to examine these aspects and present a study that applies qualitative group discussions. Second, the paper aims to engage in the current debate on autonomous driving and the potential implications that the technology could bring to the transport system by merging user perspectives on the future technology with their current practices on car use and ownership to gain insight into aspects of acceptance.

The paper is structured as follows: in section 2, I will briefly sketch current research discourses on car use and ownership and oppose approaches that focus on individual agents to (newer) research

strands that explicitly relate individuals to the social structure – specifically in light of potential transformations. In section 3, the method used is described before presenting and discussing the results of the group discussions (section 4, 5 and 6). The paper ends with an outlook on what could be derived from the findings of the empirical studies in relation to future research of mobility transition processes with specific focus on the emergence of autonomous vehicles (section 7).

8.1.2 Trends in Research on Car Use and Ownership – understanding Action, Social Order and Change

The automobile is part of a complex, non-linear system. Automobility has been stabilized for more than a century already and has been resistant to major changes ever since (Cresswell 2006; Schwanen 2016; Sheller and Urry 2006) – not least because users' motivations to use and/or own cars exceed functional aspects and include affective, symbolic, or social ones, too. These aspects have been focused on in an extensive research body on motivations for as well as attitudes towards car use and ownership (e.g. Bergstad et al. 2011; Kent 2014; Steg 2005; Waitt and Harada 2012). Concurrently, most of these works tend to overemphasize individual perspectives, demands, needs and preferences, thus focusing on the individual as an independent (and often rational) agent of her or his choices³⁰.

Simultaneously, we currently observe social trends and technological innovations that seem to challenge the dominance of today's car use and ownership or at least current practices of it. Among these trends and innovations are modified ownership models (e.g. car and ride sharing), altered attitudes and behavior towards car use and ownership (e.g. among young adults in urban environments) or emerging forms of transport modes (e.g. on-demand bus services, autonomous vehicles). The influencing factors that could lead to changes in car use and ownership, however, have not yet been fully examined and understood (e.g. Kuhnimhof et al. 2012). Scheiner (2007) also stated that transport behavior might as well rely on different parameters, rationalities and decision logics than the ones that have been examined within transport research mainly. And in addition, some authors highlight the requirement that changes in the form of system innovations have to be regarded from an integral view and include transformations in technology, behavior, institutions, values, norms, infrastructures, regulations, etc. (eg. De Haan and Rotmans 2011, 91 f.).

Few studies have recently tried to shed light on the interrelations between individual aspects (individual action) and the social system (social structure or social order) they are embedded in. These studies (explicitly or implicitly) stem from theory of practice approaches. A focus on practices de-centers the human agents and their choices and instead emphasizes patterns of doing in complex sociotechnical systems as well as their discourses (e.g. Cresswell 2010; Freund and

³⁰ Most representatives of these studies base their assumptions and analyses on (psychological) theory of action approaches (cf. Schlag and Schade 2007, Steg 2005) – here, action is considered as an outcome of several influencing factors and constraints with the individual as (intentional) originator in the center of her/his actions. Sociocultural and sociotechnical factors are seen as external to the individual's actions, though influencing her or his decisions, motivations, attitudes, behavior, etc.

Martin 2007; Manderscheid 2012; Sheller and Urry 2006; Urry 2004; Watson 2012)³¹. (Social) Practices function as mediators between individuals/agents and structures that mutually (re-)create and constitute each other (Giddens 1984; Reckwitz 2002). They consist of actions and routines (e.g. car use), materialities (e.g. the car itself and its symbolic meaning), the human body that (skillfully, emotionally, etc.) executes driving, the spatial setting in and through which the driving is executed, knowledge (e.g. as materialized understanding, doings, sayings, perceptions, ascriptions, collective norms and values etc. of car use) and the sociotechnical context.

However, practice theory approaches have been criticized for not being sufficiently able to analyze change processes as they tend to focus on the local and immediate (micro)levels of human agency³² on the one hand and the stabilizing elements of practices on the other, thus obstructing the view on the dynamics and convertibility of practices and their role in transition processes (Geels 2010; Watson 2012). In his study on the systems of auto- and velomobility in relation to transitions in (decarbonized) transport systems, Watson exemplifies how to align practice theory approaches with approaches to sociotechnical transitions by highlighting how practices “can be seen as the motor of systemic obduracy and change” (Watson 2012, 493). Sociotechnical transformation approaches – that often originate from evolutionary theories – “deal with interactions and entanglement of technical artefacts with organizations/institutions, actors, structures, and social practices within societies that mutually fulfill social functions” (Fraedrich et al. 2015, 2). Works on systemic transformation processes usually take several levels into consideration, e.g. ‘landscape’, ‘regime’ and ‘niche’ or ‘macro’, ‘meso’ and ‘micro’ (cf. Geels 2010; Shove and Walker 2010; Verbong and Geels 2010). Recent studies have attempted to address criticisms and shortcomings in transition research – for instance, little clarity on the empirical scopes of how practices continuously (re)produce themselves and overemphasis of the role of niche innovations in their relevance for transition processes (cf. Berkhout et al. 2004) – as well as in practice theory approaches by focusing on the role of practices as part of sociotechnical systems (e.g. Shove and Walker 2010; Watson 2012). Thus, they specifically focus on “the central role that practitioners themselves play in generating, sustaining and overthrowing everyday practices” (Shove and Walker 2010: 476).

The study at hand builds on these works and complements them by specifically addressing methodological aspects when examining user practices of car use and ownership in light of possible transition processes towards autonomous driving. In the following section, the methods chosen are explained. They seek to expand a rather typical understanding within transport research of individuals’ mobility decisions as conscious, reflexive and (often) rational.

³¹ Various scholars within mobilities research have been addressing this ‘social context’, with different labels, though: while Urry (2004) termed it “socio-technical system”, D’Andrea et al. (2011) call it “larger material and symbolic regimes”, and Manderscheid (2012) referred to it as “mobility dispositif”.

³² ‘Agency’ refers to individuals’ (independent) capacity to act; in contrast, ‘structure’ describes the external factors that determine and influence this agency (social class, gender, ethnicity, etc.). Within the social sciences, the concepts of agency and structure are analytical approaches to deal with the relation of individuals and society and their mutual interdependency.

8.1.3 Methodology

The methods used here seek to widen subject-oriented approaches to reach beyond conscious, informed individual decisions and additionally address preconscious, collective and incorporated orientations and knowledge (Bohnsack et al. 2013; Freudendahl-Pedersen 2007). Although qualitative methods have been used widely within transportation research already, their potential is still often underrated or poorly promoted. In many cases, qualitative methods are used to deal with very specific case studies (on a micro-level) that are then characterized meticulously without integrating the results into an empirically informed (practice) theory (cf. Häußermann 2012; Przyborski and Slunecko 2010). There have been attempts, however, to reach beyond these descriptive studies and to address more complex meanings that structure and explain action and behavior of those under investigation³³. One of these attempts is the ‘documentary method’ that is based on Mannheim’s works on praxeological knowledge sociology (Mannheim 1964). Bohnsack integrated Mannheim’s theory with ethno-methodological and conversational analytical approaches and the works of the Chicago School and (re)developed a method that explicitly focuses on structures that help to explain frames of orientation in everyday life practices (Bohnsack 2014; Przyborski 2004).

Qualitative methods in this realm differentiate the actors’ reflexive, retrievable knowledge from an incorporated, preconscious and socially positioned practical knowledge (Bohnsack et al. 2013; Habermas 1981; Mannheim 1964; Schütz 1971). It is then, that the researcher extends the question of *what* the practices of the actors are (from their subjective perspectives) to *how* these practices are constituted (Bohnsack et al. 2013; Mannheim 1964).

8.1.3.1 *Group Discussions as a Method to reveal Frames of Orientation*

In the present study, group discussions were used to address perspectives on car use and ownership (and on autonomous driving) that are simultaneously embedded in specific practices and thus help to understand how these practices are constituted. Group discussions allow a group of participants (that share similar experiences towards a specific topic – or a collective ‘realm of experience’ (cf. Bohnsack et al. 2013, 18, translation by EF) to represent and recreate a daily life communication situation within a research setting. In that sense, they are distinct from ‘focus groups’ (also a group-based survey method). Focus groups are a popular instrument to explore opinions and attitudes in an as much as possible variety, often against a background of efficiency and resource economics: bringing together individuals (that are preferably diverse) in a group setting enhances the articulation of personal opinions and often results in lively discussions, as goes the assumption (e.g. Littig and Wallace 1997; Schulz et al. 2012). This entails specific methods of questioning/interviewing techniques: the moderator/researcher holds a rather active role and approaches participants individually to hear about their opinions, etc. Autonomous conversations and discussions are not explicitly stimulated and ‘noisy’ or ‘quiet’ participants are kept at bay. On the one hand, it often proves to be true that heterogeneous groups engage in lively debates. But on the other, what seems to be a broad variety of perspectives at first sight could turn out to be a

³³ For a critical examination of (mostly) qualitative methods used within mobility studies as well as proposals for an extension of these methods, see for example Manderscheid (2016b).

shallow exchange of only stereotypes as the participants (e.g. because of their heterogeneity) have little to no interlinkages on shared topics and experiences (e.g. Loos and Schäffer 2001; Przyborski and Riegler 2010).

By contrast, group discussions not only aim at individuals' perspectives (i.e. opinions and attitudes) but also focus on the practices that guide and structure the behavior of those under examination and include collective frames of orientation towards these practices (Bohnsack et al. 2013). Collective frames of orientation can be understood as implicit knowledge: we dispose of this knowledge without being aware that we do and without being able to conceptualize it verbally. Group discussions provide a setting where these (mutual) orientations are expressed in the conversations – if the members of the group share common experiences and originate from similar milieus (e.g. young car users living in an urban area).

A prerequisite for group discussions that are able to reveal collective frames of orientation is to create an agile and as-natural-as-possible conversation atmosphere that is oriented towards the daily life experiences of the participants. That involves low hierarchies, an open and friendly tone and rare to no structuring of the conversations by the moderator/researcher (besides a rather general interview guideline with central topics and/or questions) who should let the participants structure the conversation themselves by allowing them to discuss freely (Bohnsack and Schäffer 2001). Moreover, they need to share similar experiences or a common practice of action-guiding experiences to create a self-directed conversation that gives room to self-initiated turns, own impulses and experiences. Questions that aim at narrations of the interviewees are closely bound to their experiences and therefore considered as most valuable for the analysis (ibid.). Thus, they should be oriented on practical daily life experiences and enable participants to reveal their common practices and underlying collective frames of orientation. While group discussions are used when the research focus lies on revealing these structures that explain why people act the way they do, focus groups rather aim at examining opinions and attitudes.

Subsequent analyses of group discussions in this regard are realized using the documentary method, following a three-step approach to reveal collective frames of orientation (towards car use and ownership).

1. The first step of the documentary method comprises the 'formulating interpretation': the researcher summarizes the conversation first in an outline and second in a more detailed way – as closely linked to the participants' own words as possible. These paraphrases recap what was said during the group discussion and structure the conversation thematically. Afterwards, specific passages from the discussion based on their relevance in relation to the research question as well as their 'metaphoric density'³⁴ are selected.

³⁴ Passages of metaphoric density are typically characterized by a high degree of interactivity between the participants and detailed (and pictographic) descriptions of the stories told. These passages are the center of the group's collective experiences and thus often reveal the frames of orientation (Bohnsack et al. 2013).

2. Through ‘reflecting interpretation’ the researcher analyzes the selected passages formally: here, it is the examination of the frame, respectively the organization of the discourse (how it was said) that reveal where collective frames of orientation (within the practices) are shared by the members of the group. Different modes of the discourse (description, narration, and argumentation) and how the participants refer to each other are focused on in this phase.
3. In the third step of the interpretation process, the cases (group discussions) are reconstructed. The discussions are summarized in case descriptions which aim to explain the collective frames of orientation on two levels: first, case-specific frames are carved out – they can be called the “modus operandi” or the “habit” of the group (Bohnsack et al. 2013). Second, these case-specific habits are held up against the realm of experience in which they are generated. In this study, for example, this realm of experience is the sociotechnical system of (auto)mobility as well as the daily life context. A central element of step three is the case comparison – both internal and cross-cases³⁵.

8.1.3.2 Realization of Group Discussions – a mixed Method Design

Autonomous driving has not yet become a ‘practice’ and is thus empirically only accessible through reflexive perspectives, attitudes and evaluations. The study at hand tries to methodologically confront these with orientations on automobile practices to better understand possible developments of user behavior (and acceptance) of autonomous driving. To this end, the group discussions based on the documentary method were complemented by an approach that addressed subjective perspectives on autonomous driving – the so-called ‘group-based introspection’ (Burkart et al. 2010): before the participants engaged in the group discussion, they were confronted with two different scenarios on autonomous driving (in the form of short, illustrated narratives that presented visions of a future with fully automated vehicles in Berlin in the year 2030). The scenarios were based on two use cases on autonomous driving: “Full Automation Using Driver for Extended Availability” and “Vehicle on Demand” (Wachenfeld et al. 2016, 16 ff.). These use cases were chosen because they represent likely developments of autonomous driving and have already been discussed widely in the current literature (e.g. Maurer et al. 2016, Fraedrich et al. 2018, Kagermann et al. 2017). At the same time, they also appear to be quite opposed in terms of future automobile practices: while a fully automated vehicle is currently envisioned to be a linear evolution of the current system (with vehicles that are mainly used and owned privately), a vehicle on demand could eventually lead to a different system after all (Fraedrich et al. 2015). In a previous study, Fraedrich et al. (2015) introduced different scenarios of autonomous driving – with partially very different outcomes for the system of automobility and mobility practices: whereas an “evolutionary” scenario would only slowly transform and reconfigure the system without drastically altering current mobility practices, a so-called

³⁵ Case comparisons aim at describing what it is “typical” for the respective research cases (Nohl 2013). By comparing (internal) passages and (external) cases with each other, the researcher examines analogies or homologies that subsequently allow for generating types of orientation (it is only against the comparison of passages/cases to other passages/cases that orientations become visible and explicable). This does not necessarily aim at comparing topics of cases (or within one case) but on how specific topics are dealt with by the groups.

“transformative” scenario could eventually “replace the predominance of the privately owned car” (ibid., 8). The participants were asked to emphasize with the narratives and look out for the thoughts and associations that came to their minds while reading the stories – subsequently, they told the group about their impressions and inner processes such as feelings, fantasies, sensations, images, etc. The introspection thus aimed at externalizing these processes of inner observation (Burkart et al. 2010).

In the following, the cases are presented with a focus on current orientations towards automobile practices whereas the results on perspectives of autonomous driving serve as background information³⁶. They will be discussed succeeding the case descriptions, focusing on the question where orientations towards car use and ownership are most evidently connected to current perspectives on autonomous driving.

8.1.4 Frames of Orientation towards Car Use and Ownership – Results of three Group Discussions

In January and June 2014, three group discussions were conducted in Berlin³⁷. Participants were requested through various platforms that were linked to universities, research institutions and personal contacts of the researchers³⁸. The persons that responded were assigned to three groups of five to seven participants each with a relatively balanced proportion of men and women. All of the participants were regular though relatively rare car users (they stated to use a car either at least once a week or once a month – four of them claimed to drive on a daily basis) – not everyone owned an automobile themselves, and everyone lived in the city of Berlin³⁹. Two of the group discussions were carried out in an university venue whereas one was carried out at the author’s home. The conversations lasted between around two and two and a half hours, were tape-recorded, and transcribed subsequently.

8.1.4.1 Case Study 1 – “Moments that we had to ourselves” and other Coming-of-Age Anecdotes

Adrian (23), Inga (34), Bettina (28), Johanna (27), Eddie (32) ⁴⁰

³⁶ Detailed results on the introspection of the group discussions as well as on the method are published in Fraedrich and Lenz (2016b).

³⁷ The study did not have a particular spatial scope – or did assume any relation between attitudes towards autonomous driving and perspectives on car use and ownership from a spatial point of view.

³⁸ The participants were addressed through bulletins at university institutes, multi-address e-mails that were sent to students as well as employees at two universities in Berlin, and Facebook announcements. In contrast to quantitative research, qualitative approaches typically rely on smaller, purposive samples that are not supposed to meet representativeness of a population. Other than that, purposive samples are chosen, for instance, to display a certain diversity of perspectives and attitudes or to display characteristics of a specific group under investigation (e.g. car users in the city of Berlin).

³⁹ We still do not know much about possible use cases and pathways of autonomous driving and thus about future users of the technology. Moreover, the group of non-users can be considered to be quite heterogenous in their needs, attitudes, etc. as well as in their transport practices – making it difficult to target a sample. Hence, they were not included in the study at hand.

⁴⁰ The names of the participants are pseudonyms to guarantee their anonymity.

The five participants gathered together at the author's home. They were between 23 and 34 years old – some of them knew each other from working at the university or working and getting together at a nearby bar. The conversation was lively and cheerful, and they laughed a lot – particularly about their stories on driving a car and being underway. Individuality and independence were, throughout the course of the group discussion, the main topics within this group and framed narrations of becoming an adult as well as experiencing transport and mobility (today).

Autonomous driving was observed with vivid skepticism – and discussed in light of an increasing societal demand for efficiency and performance while simultaneously leading to a lack in independence, and making people lazier or even dumbing them down eventually. The participants expressed their concerns about an absence of individuality when cars in the future will drive themselves and potentially even look alike.

In the open section of the group discussion, the debates around car use and ownership had an intense anecdotic character – the participants told themselves stories from the times they were young(er) and what then driving a car meant to them. They contrasted these stories to their lives today where things seem to be a lot more stressful and uncertain. The conversations around their car use thus symbolize typical coming of age topics and their current struggles with rite of passage. The participants reported about being independent and breaking free from the daily life or societal conventions in earlier years, particularly on trips that were associated with “*getting-out*”. The car was viewed as a private space where they could listen to music, sing along, smoke or eat without being disturbed.

Bettina: *Apart from that, with driving a car I associate freedom, driving to the sea, convertible car, sun on my nose, uh, wind rushing through my hair, and, uh, a good feeling of slowly becoming an adult, and having a driver's license, and simply roaring through the area, and feeling like being the freest person on the planet because you can drive wherever you want. For a time, that was a feeling that guided me when I got my driver's license, eventually – when I was twenty years old, I guess... That was simply a feeling of freedom, or of independence – of: I could just take off, now.*

For the group, the automobile formerly served as a gateway to “*slowly becoming an adult*” and represents independence, freedom as well as the feeling of being in control. These emotions were highly associated with being on the road – often without any purpose or destination. The car allowed for speeding, thus “*experiencing a thrill*”, and giving them a feeling of power. Adrian is the only participant who does not share these experiences – but he grew up in the city and never had owned a car. Simultaneously, the artefact car created intimacy – it felt safe and secure to be in it and served as the perfect means of discovering the world from within its protected shell. The car also enabled the participants to grow up in a sense that they (spatially) distinguish (in terms of getting away, bringing distance in) themselves from their nuclear families.

However, today, feeling positive about the car does not seem right anymore as there are manifold aspects that trouble what was formerly experienced as driving pleasure. Driving a car in the city is experienced as unpleasant and stressful by all participants.

Bettina:⁴¹ *Uh, yes, well cyclists...uh, having to change lanes...*

Johanna: *...double-parked cars!*

Bettina: *Double-parked cars – REAL bad! Uh, what else?*

Adrian: *All those road works. Uh, well...*

Johanna: *Or traffic lights in general.*

Eddie: (laughs) *Uh, yes...I consider as bad thing... standing still all the time...that one is not moving...that is what I find most stressful.*

Inga: *Um, that you should anticipate mistakes of others...or have to...So, well...yes, I believe it would be just...you would be just rankly more relaxed if there weren't any other traffic participants. (laughs)*

Life today (and in the future) in general is contrasted as negative perception against the stories from the past where everything seemed easier and unencumbered. Today, “*nothing is somehow certain!*”; the participants thus struggle with the requirements of adult life and do not seem to have arrived there yet. This is echoed in their considerations and debates on finding the “*right*” mode of transport. In their current life phase, the car does not fit in anymore; other transport modes like public transport or the bicycle seem to meet their prevailing needs more. However, at the end of the discussion, a future horizon is suggested by the group: when entering a new phase of adult life, namely starting a family, the automobile would possibly be the only transport mode that could fulfil the needs that follow from having children. By then, “*it's just something different*” and “*it's not just the two of you anymore*”. That way, the group actively looked out for where the car could again connect to their lives and fulfil a certain function.

8.1.4.2 Case Study 2 – “The People have to be virtually rationalized” and other Considerations on a better Life

Herta (49), Petra (50), Klaus (49), Timo (26), Julian (26), Thorsten (20), Nico (21)

At first sight, the group appeared to be relatively diverse. While four of the participants were in their early to mid-twenties, three participants were around fifty years old. For the duration of the group discussion they teamed up in a quasi-expert conversation on autonomous driving, car use and ownership. A key topic in this regard was the stated need to think in systemic and societal perspectives: a (new) technology has to be examined and evaluated in relation to the benefits it offers to all – not only to individuals. Against this background, the group spoke out for the

⁴¹ The different indentions mark where the contributions overlapped each other – thus also indicating passages of high metaphoric density (see footnote 8).

necessity of “*living a good life*”. Owning a car was seen as not desirable in this regard and should be defeated as it only conduces to individual luxury and comfort without reflecting the societal consequences (e.g. wastage of resources and space, environmental pollution).

The participants engaged in an elaborated discussion on the potentials of facilitating and promoting means of transport as well as behaviors that, in their opinion, were more suitable to meet societal criteria of a sustainable life. They compared regulatory measures to push public transport and to reduce monomodal transport use at both global and local levels and they discussed the possibilities new mobility concepts like flexible one-way car sharing or autonomous driving might provide (e.g. reducing congestion, decreasing car ownership rates).

However, towards the end of the group discussion, the conversation turned towards personal mobility routines. More and more participants started expressing their doubts about the assertiveness of the possibility of a real change in relation to the use and ownership of cars. They argued that there is a variety of reasons that make particularly owning a car a necessity, e.g. when having to carry “*essential*” goods, when having a family, when having to be spontaneous, or when having the need of a private, protected space. Whereas before the rational and elaborated discussions reflected the diversity of the participants and their ways of thinking, the conversation in the end brought to the fore a frame of orientation that relates to an ‘automobile dependency’: the car as imperative for specific situations and phases in life – with little to no alternative.

Timo: *Well, I think, somehow, an argument that speaks rankly for the car is this individual thing: getting things from [...] A to be B. Just getting these simple loads from A to B. Well, you stow the fridge in the back and then it's back home; or you load somehow your skis, your bike, whatever on the roof...that maybe has to do with snugness when it's about things of leisure – but it's also about essential things. Well, that's just – that's the car for me.*

Although they saw a strong need that one in general should aim towards societal needs and benefits rather than to focus on individual needs solely, in “*real life*” this seems to be difficult or even impossible. Here again (similar to case 1), the group actively (re)created discourses that support automobile practices – which is even more remarkable as they did not have to ‘defend’ their current individual lifestyles but referred to a practice most of them did not actively perform on a very frequent basis by the time the group discussion was conducted.

8.1.4.3 Case Study 3 – Engaging in a “Relationship with the Car” and other Feelings towards the Automobile

Stella (36), Martin (33), Walter (29), Sophie (29), Gustaf (26), Philip (26)

The debates in this group around car use and ownership were quite personal – Stella, Philip and Sophie owned a car themselves, and Stella also stated to regularly drive a truck. They did not only declare to like the independence and flexibility of using a car and the “*private*” space but also the “*feeling*” of driving a car. These narrations related to a car’s (horse) power and a sense of a very

bodily feeling towards the technical artefact, expressed as “*engaging in a relationship with the car*”.

Sophie: *The other thing is, I guess, that it's just, uh, that it's fun to sit in a car that has just this sophisticated technology. The driving experience is different – if you speed on the highway with an Audi rather than with a Fiat. This way, it's really just some fun, I guess, that you allow yourself. It's like a beautiful journey. You could even say, I treat myself to a nice car and then this short trip that I always drive is becoming a little adventure and is always my little journey.*

Another central topic of the discussion was the “*status*” that surrounds using and owning a car: the participants discussed about how the implementation of (shared) autonomous vehicles would weaken the car as a status symbol – in relation to how the diversity of different car (brands) would possibly be omitted but also in relation to losing power over the technical artefact automobile if it was autonomous instead of self-steered.

When the researcher asked the group to elaborate on the concept of the ‘status’ of a car, Philip, Stella, Walter and Sophie engaged in a debate on whether status is still something that matters and if yes, what status means to them. They contrasted their view to other – meaning “*older*” and “*male*” – car users that use and own (big and/or expensive cars) to show off.

Walter: *[...] Well, I once got myself one of these old vans...and that was the dirtiest car in the world. And regardless, I am still allowed to enter the low-emission zone with it because it is an old-timer and all that. It's fun!*

Stella: *But the question is, whether that is, whether that individual decision really is fun...but very often, it's really more a type of status symbol meaning: I have to do it, I have to drive it, I will buy it – that brand, etc. – because of, ahem...well, I don't know, if, as I said – whether these vans – they are a status, too, of course.*

[...]

Stella: *There is-there are actually differences: there are people that really do it because, because they love that thing. Because they say: I always wanted it, I think it's great, I am-I run off like a rocket!*

Walter: *Uh-huh!*

Stella: *Or they only do it because it's: okay, you have it, now. And this „you have it, now“, that is the status symbol. And that I find mostly ridiculous.*

During the further course of the discussion and the elaboration on status, they revealed a frame of orientation towards what they themselves called “*image*” (as opposed to the negatively connoted term “*status*”): a car helps to “*highlight your character*”, it “*subconsciously*” shows who you are

and enables to express yourself. Thus, it contributes to individuality as the means to define oneself in contrast to others which seems to be a central requirement of life to them.

8.1.5 Comparing the three Case studies: What do the Results of the Cases bring to the Fore?

The participants within all three groups expressed a rather skeptical view towards autonomous driving, e.g. regarding its benefits and reliability. In addition, autonomous driving was often related to a dystopian societal development (for more detailed results on the perspectives on autonomous driving see Fraedrich and Lenz 2016b). What they also shared was a general critical opinion on car use and ownership. However, underneath these critical reflections rather stable orientations towards a manifestation of car use and ownership seem to prevail – even if almost all of the participants currently did not even perform very frequent car use practices (many did not own a car themselves, for example, or stated to only use it on a monthly basis). They were actively producing and (re)creating crucial discourses, functions and materialities of the automobile in a way so that it would ‘fit’ again into their daily lives and practices. Within all three cases, it did thus not become obvious that the critical reflections would concurrently open real “windows of opportunities” (Geels 2010, 495) that could lead to new (and enduring!) mobility practices or routines. It rather seemed that alternatives to car use and ownership – even if they were part of today’s mobility routines (especially in case 1) – could be only of short relevance within their lives. The collective frames of orientation carved out in the analyses thus strongly support practices that are leaned towards the conventional car and its current ownership models.

Orientations and perspectives on car use and ownership – maybe today more than ever – range in an area of conflict. All groups showed a significant awareness of the manifold problems and challenges that car use and ownership pose to individuals and even more to society on the one hand. On the other, and as it became clear in the course of the discussions, the automobile also seems to provide benefits to individuals that are hard to abdicate – contradicting attitudes and motivations of the participants to reduce or even give up on car use and ownership. It was a mixture of functional (having to carry something or bring someone), affective (freedom, autonomy, independence) and symbolic (status/image) aspects that motivate car use and ownership. These aspects have been considered already in other transport research studies (e.g. Hunecke 2006; Schlag and Schade 2007; Steg 2005). When broadening the view on these subjective-individual perspectives and considering frames of orientation, it becomes furthermore obvious how perspectives on car use as well as car use practices are closely bundled to other practices – e.g. in case 1 and 3, when the participants elaborated how the automobile supported their identity formation (“growing up”, “highlighting your character”) or in case 2, when (future) family practices were closely connected to it. These findings underpin Watson’s (2012) observations of how essential the bundling of practices in the organization of daily life and thus a common understanding of car use is.

The analyses revealed complex and differentiated frames of orientation that illustrate how deeply interwoven the automobile is with people’s life scripts. Even if it was not part of their current lives

it somehow was before and probably will be again in the future. However, and as elaborated by Aglietta (1979) and Rajan (2006), amongst others, the automobile is thereby also deeply interwoven with the structure of our modern Western societies, constituted by its consumption norms, mass production, or the separation of home and workplace. The thesis of the “modern ideal of autonomous, independent mobility that finds its mature adult form in the solitary car-driver” (Manderscheid 2016b, 103) could be somehow reinforced in the three empirical cases outlined above. Throughout the discussions, it was this autonomous independence that was ascribed a high value. It was at the same time opposed to a more collective way of living where an orientation towards societal needs and benefits was seen as important.

8.1.6 Lessons learnt from the Group Discussions for Acceptance and Adoption Processes of Autonomous Driving

Ascriptions of meaning towards a specific technology – be it the conventional car or an autonomous vehicle – cannot be seen separately from a specific sociotechnical context within which they are constantly negotiated. Although new and innovative products are still subject to constant change in this regard, they are simultaneously linked to existing concepts and practices (cf. Axsen and Kurani 2012). With these findings in mind, I will now briefly focus on the links between perspectives on autonomous driving and orientations towards car use and ownership as revealed by the group discussants.

At first sight, perspectives and evaluation towards autonomous driving by the study participants illustrate skeptical and critical ascriptions. However, the analyses also revealed the same for perspectives on car use and ownership. These seem to be only on a ‘skin-deep’ level whereas underlying orientations are not only more ‘car-friendly’ but also deeply embedded into people’s life scripts, linked to other practices and thus potentially stabilize car use practices in the long term. These results could be read as a hint that autonomous vehicles – if implemented someday in the future – could be assessed (and adopted, eventually) more positively if they are connected to these orientations. For example, the participants in case 3 unfolded their orientation in relation to the “image” of automobiles and how it relates to “*highlighting your character*”, thus fulfilling their need to define themselves and form identity. Today’s cars, from their perspective, are able to fulfill this need – for example, because “*what such a car subconsciously expresses, that is, I believe, very, very, very, very much*”, Walter says. The group referred to the physical appearance of a car that serves as a physical extension of identity formation while simultaneously expressing fears that future autonomous vehicles would not be able to fulfil this need.

In the previous study on scenarios on autonomous driving and their possible implications for the system of automobility, Fraedrich et al. (2015) stated that a development pathway called “transformative scenario” could radically transform the current system of automobility (see above). However, the orientations towards car use and ownership as analyzed through the group discussions currently seem to make the transformative scenario highly unlikely as practices in this scenario would require a fundamental shift from today’s car use practices to new ones (e.g. using instead of owning, intermodal transport use, more functional use of transport modes, etc.).

8.1.7 Outlook

It seems that the system of automobility is still continuing to “producing the very subjects it requires” (Manderscheid 2016, 106). The results from the group discussions on user perspectives do not suggest a change “from a culture of private-car ownership to one where the car is an object ‘just’ for use” (Kent and Dowling 2016, 392). Like some other scholars already assumed, the “system of automobility” (Urry 2004) in its existing form seems to be persistent to change, although new technologies, new business models, or new forms of access to cars have emerged over the past decade (cf. Schwanen 2016). As the automobile is so deeply rooted and embedded in our (post-)modern Western societies it seems to “continuously changing and adapting its organisation” (Manderscheid 2016b, 94) without losing its predominant status in principle. By this statement, the current study does not want to claim that change in the system of automobility is not possible/ will not ever occur. Instead, it wants to add to an already extensive body of literature trying to understand the enduring appeal for individual motorized travel (for an overview of recent studies see Fraedrich and Lenz 2016b) by specifically adjoining the level of car usage practices to the debate, thus combining individual aspects (such as functional, affective, and symbolic motives) with the context of a sociotechnical system.

The study has shown that car use and ownership are more than only based on an individual’s decision reflecting specific attitudes, motivations and functional or emotional aspects. After all, they are always embedded in a specific regime of orientations, attributions, values and norms related to today’s society that guide transport users’ mobility behavior. Solely focusing on individual, attitudinal aspects obliterates the view on these action-guiding facets. While the participants in the group discussions expressed a critical to hostile view on car use at first sight, their underlying frames of orientation exposed a different and more ‘car-friendly’ picture. The method of group discussions proved effective to uncover these orientations in particular. While group-based surveys (e.g. focus groups, group discussions) have gained importance recently, differences in the way the data is generated and how it is analyzed are great, thus producing different results on different levels. Although the necessity of theoretically and methodologically based considerations has been pointed out elsewhere (cf. Bohnsack et al. 2013; Przyborski 2004), there has been a desideratum ever since and reflection on perceptions of collectivity and the organization of interaction within groups is often missing. This reflects well in the relatively widespread utilization of focus groups (as opposed to the method of group discussions), often accompanied by only shallow reflection on theory and methodology of the approach (see section 3 for a more extensive discussion).

Examining practices of car use and ownership to understand possible transformation processes in light of autonomous driving is one way to approach the topic. It is also certainly not the only one, and the results that were gained from the group discussions only cover certain aspects (while others are still in need to be discussed). To gain a glimpse at the future of individual motorized transport there is a variety of other research methods that could give valuable hints. As technological developments in general obliterate lines between technology, society and nature these methods should be interdisciplinary and holistic. Analytical concepts such as the multi-level perspective

(Geels 2010) come to mind, as well as the constellation analysis (Schön et al. 2004) or the dispositif analysis (Manderscheid 2014).

The results also point towards a need of integrating holistic approaches into policy and planning processes when implementing autonomous vehicles into the transport system. It is therefore recommended to accommodate autonomous vehicles in (political) concepts that consider the complexity of interrelations between individuals, institutions, technology, infrastructure, economy and policy.

Recent studies indicated that the implementation of autonomous vehicles could increase car use or lead to other rebound effects (e.g. Fraedrich et al. 2017; Maciejewski and Bischoff 2016; Trommer et al. 2016,) which is why an implementation of autonomous vehicles, for instance, should be combined with an allocation of alternatives to the private car. This comes along with requirements for future research to better anticipate change processes and to find more suitable interventions addressing the needs in policy and planning processes:

- a better understanding of the complexities of daily live mobility practices and decisions,
- a need to close the gap between micro-level (individuals/agency) and macro-level (structures) perspectives on transport and mobility behavior.
- an insight into how new transport modes will likely disseminate in the current sociotechnical system and how they follow up on current mobility practices.

8.1.8 References

- Aglietta, M. 1979. *A Theory of Capitalist Regulation. The US Experience*. London: Verso Classics.
- Axsen, J., and K.S. Kurani. 2012. "Interpersonal influence within car buyers' social networks: applying five perspectives to plug-in hybrid vehicles." *Environment and Planning A* Vol. 44: 1047-1065.
- Beiker, S. 2016. "Deployment Scenarios for Vehicles with Higher-Order Automation." In *Autonomous Driving Technical, Legal, and Societal Aspects*, eds. M. Maurer, C. Gerdes, B. Lenz, and H. Winner, 193-211. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Bergstad, C.J., A. Gamble, O. Hagman, M. Polk, T. Garling, and L.E. Olsson. 2011. "Affective-symbolic and instrumental-independence psychological motives mediating effects of socio-demographic variables on daily car use." *Journal of Transport Geography* Vol 19 (1): 33–38.
- Berkhout, F., A. Smith, and A. Stirling. 2004. "Socio-technological regimes and transition contexts." In *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, eds. B. Elzen, F.W. Geels, and K. Green, 48-75. Cheltenham: Edward Elgar.
- Bohnsack, R. 2014. *Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in qualitative Methoden*. Stuttgart: Verlag Barbara Budrich.
- Bohnsack, R., and B. Schäfer. 2001. "Das Gruppendiskussionsverfahren." In *Wie kommt Wissenschaft zu Wissen? Band 2: Einführung in die Forschungsmethodik und Forschungspraxis*, ed. T. Hug, 324-341. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Bohnsack, R., I. Nentwig-Gesemann, and A.-M. Nohl. 2013. *Die dokumentarische Methode und ihre Forschungspraxis. Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bohnsack, R., W. Marotzki, and M. Meuser. 2011. *Hauptbegriffe qualitativer Sozialforschung*. Opladen, Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.
- Burkart, T., G. Kleining, and H. Witt. 2010. *Dialogische Introspektion. Ein gruppengestütztes Verfahren zur Erforschung des Erlebens*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Cresswell, T. 2010. "Mobilities I: Catching up." *Progress in Human Geography* Vol. 35 (4): 550-558.
- Cresswell, T. 2006. *On the Move: Mobility in the Modern Western World*. London: Routledge.
- De Haan, J., and J. Rotmans. 2011. "Patterns in transitions: understanding complex chains of change." *Technological Forecasting Social Change* Vol. 78 (1): 90–102.
- Fraedrich, E., L. Kröger, F. Bahamonde Birke, I. Frenzel, G. Liedtke, S. Trommer, B. Lenz, and D. Heinrichs. 2017. *Automatisiertes Fahren im Personen- und Güterverkehr*.

- Auswirkungen auf den Modal-Split, das Verkehrssystem und Siedlungsstrukturen. Stuttgart: e-mobil BW technical report.
- Fraedrich, E., and B. Lenz. 2016a. "Societal and Individual Acceptance of Autonomous Driving." In *Autonomous Driving Technical, Legal, and Societal Aspects*, eds. M. Maurer, C. Gerdes, B. Lenz, and H. Winner, 621-640. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Fraedrich, E., and B. Lenz. 2016b. "Taking a Drive, Hitching a Ride: Autonomous Driving and Car Usage." In *Autonomous Driving. Technical, Legal, and Societal Aspects* eds. M. Maurer, C. Gerdes, B. Lenz, and H. Winner, 665-685. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Fraedrich, E., R. Cyganski, I. Wolf, and B. Lenz, B 2016. "User Perspectives on Autonomous Driving. A Use-Case-Driven Study in Germany." Arbeitsberichte des Geographischen Instituts. Humboldt-Universität zu Berlin. Heft 187.
- Fraedrich, E., S. Beiker, and B. Lenz. 2015. "Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility" *European Journal of Futures Research* Vol. 3 (11): 1-11.
- Fraedrich, E., and B. Lenz. 2014. "Automated Driving – Individual and Societal Aspects." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* Vol. 2416 (2): 64-72.
- Freudendahl-Pedersen, M. 2007. "Mobility, Motility and Freedom: The Structural Story as Analytical Tool for Understanding the Interconnection." *Swiss Journal of Sociology* Vol. 33 (1): 27-43.
- Freund, P., and G. Martin. 2007. "Hyperautomobility, the social organization of space and health." *Mobilities* Vol. 2: 37-49.
- Gather, M., A. Kagermaier, and M. Lanzendorf. 2008. *Geographische Mobilitäts- und Verkehrsforschung*. Berlin a.o: Gebr. Borntraeger.
- Geels, F.W. 2010. "Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective." *Research Policy* Vol. 39 (4): 495-510.
- Giddens, A. 1984. *The constitution of society: outline of the theory of structuration*. Cambridge: Polity Press.
- Habermas, J. 1981. *Theorie des kommunikativen Handelns*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Häußermann, H. 2012. "Review zu Löw, M. Soziologie der Städte (2008)". *Soziologische Revue* Vol. 35 (1): 71-74.
- Hirschman, E.C. (1981): "Comprehending Symbolic Consumption: Three Theoretical Issues." In *SV - Symbolic Consumer Behavior*, eds. E.C. Hirschman, and M.B. Holbrook, 4-6. New York: Association for Consumer Research.
- Hopkins, D. and J. Stephenson. 2014: "Generation Y mobilities through the lens of energy cultures: a preliminary exploration of mobility cultures". *Journal of Transport Geography* Vol. 38: 88-91.

- Hunecke, M. 2006. „Zwischen Wollen und Müssen. Ansatzpunkte zur Veränderung der Verkehrsmittelnutzung.“ *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* Vol. 3 (15): 31-37.
- Kagermann, H., N. Gaus, J. Hauck, J. Beyerer, W. Wahlster, and Brackemann, H. 2017. „Autonome Systeme – Chancen und Risiken für Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft. Fachforum Autonome Systeme im Hightech-Forum.“ Abschlussbericht – Langversion. Berlin.
- Kent, J. 2015. “Still Feeling the Car – the role of comfort in sustaining private car use.” *Mobilities* Vol. 10 (5): 726-747.
- Kent, J. and R. Dowling. 2016. “The future of paratransit and DRT: Introducing cars on demand.” *Paratransit: Shaping the Flexible Transport Future*, eds. C. Mulley, and J.D. Nelson, 391-412. Bingley: Emerald Group Publishing Limited.
- Kent, J. 2014. “Driving to save time or saving time to drive? The enduring appeal of the private car.” *Transportation Research Part A* Vol. 65: 103-115.
- Kuhnimhof, T., R. Buehler, D., Kalinowska, and M. Wirtz. 2012. “Travel trends among young adults in Germany: increasing multimodality and declining car use for men.” *Journal of Transport Geography* Vol. 24: 443-450.
- Lenz, B. and E. Fraedrich. 2016. “New Mobility Concepts and Autonomous Driving: The Potential for Change.” In *Autonomous Driving. Technical, Legal, and Societal Aspects*, eds. M. Maurer, C. Gerdes, B. Lenz, and H. Winner, 173-191. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Littig, B., and C. Wallace. 1997. “Möglichkeiten und Grenzen von Fokus-Gruppendifkussionen für die sozialwissenschaftliche Forschung.” *Reihe Soziologie Working Paper* Nr. 21. Wien: Institut für Höhere Studien, Abt. Soziologie.
- Loos, P., and B. Schäffer. 2001. *Das Gruppendiskussionsverfahren*. Opladen: Leske + Budrich.
- Maciejewski, M., and J. Bischoff. 2016. “Congestion effects of autonomous taxi fleets.” *VSP working paper* 11. Berlin: Technische Universität, Institut für Land- und Seeverkehr.
- Manderscheid, K. 2016a. „Mobile Ungleichheiten. Eine sozial- und infrastrukturelle Differenzierung des Mobilitätstheorems.“ *Österreichische Zeitschrift für Soziologie* 41 (1): 71-96.
- Manderscheid, K. 2016b. “Who does the move? Affirmation or deconstruction of the solitary mobile subject.” In *The Mobilities Paradigm. Discourses and Ideologies*, eds. M. Endres, K. Manderscheid, and C. Mincke, 91-113. Milton Park a.o.: Routledge.
- Manderscheid, K. 2014. “The movement problem, the car and future mobility regimes: automobility as dispositive and mode of regulation.” *Mobilities* Vol. 9: 604-626.
- Mannheim, K. 1964. *Wissenssoziologie*. Neuwied: Luchterhand.
- Maurer, M., C. Gerdes, B. Lenz, and H. Winner. 2016. *Autonomous Driving. Technical, Legal and Social Aspects*. Heidelberg: Springer Open.

- Minx, E. and R. Dietrich. 2016. "Foreword." *Autonomous Driving. Technical, Legal, and Societal Aspects*, eds. M. Maurer, C. Gerdes, W. Lenz, and H. Winner. Heidelberg: Springer Open.
- O'Reilly, K. 2009. "Focus Groups and Group Discussion." *Key Concepts in Ethnology*, ed. K. O'Reilly, 78-81. London: Sage Publication.
- Przyborski, A. 2004. *Gesprächsanalyse und dokumentarische Methode. Qualitative Auswertung von Gesprächen, Gruppendiskussionen und anderen Diskursen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Przyborski, A. and J. Riegler. 2010. „Gruppendiskussion und Fokusgruppe.“ In *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*, eds. G. Mey, and K. Mruck, 436-448. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Przyborski A., and T. Slunecko. 2010. „Dokumentarische Methode.“ In *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*, eds. G. Mey, and K. Mruck, 627-642. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rajan, S. 2006. "Automobility and the Liberal Disposition." *Sociological Review* Vol. 54: 113-129.
- Reckwitz, A. 2002. "Toward a theory of social practices: a development in culturalist theorizing." *European Journal of Social Theory*. Vol. 5 (2): 243-263.
- SAE International. 2014. Automated driving levels of driving automation are defined in New SAE International Standard J3016. SAE International.
- Scheiner, J. 2007. „Verkehrsgenese-forschung“. *Handbuch Verkehrspolitik*, eds. O. Schöller, W. Canzler, and A. Knie, 687-709. Wiesbaden: Springer.
- Schlag, B. and J. Schade. 2007. „Psychologie des Mobilitätsverhaltens.“ *Aus Politik und Zeitgeschichte*. Vol. 29(30). Pp. 27-32.
- Schier, M., S. Tino, and G. Montanari. 2015. "The Logic of Multi-local Living Arrangements: Methodological Challenges and the Potential of Qualitative Approaches." *Tijdschrift voor economische en sociale geografie* Vol. 106 (4): 425-438.
- Schön, S., B. Nölting, and M. Meister. 2004. „Konstellationsanalyse. Ein interdisziplinäres Brückenkonzept für die Technik-, Nachhaltigkeits- und Innovationsforschung.“ *Discussion paper 12*. Berlin: Zentrum für Technik und Gesellschaft.
- Schütz, A. 1971. *Gesammelte Aufsätze*. Bd. 1: Das Problem der sozialen Wirklichkeit. Den Haag: Nijhoff.
- Schulz, M., B. Mack, and O. Renn. 2012. *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft. Von der Konzeption bis zur Auswertung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Schwanen, T. 2016. "Rethinking resilience as capacity to endure: Automobility and the city." *City* Vol. 20 (1): 152-160.

- Schwanen, T., D. Banister, and J. Anable. 2012. "Rethinking habits and their role in behaviour change: the case of low-carbon mobility." *Journal of Transport Geography* Vol. 24: 522-533.
- Sheller, M., and J. Urry. 2006. "The new mobilities paradigm." *Environment and Planning A* Vol. 38 (2): 207–226.
- Shove, E., and G. Walker. 2010. "Governing transitions in the sustainability of everyday life." *Research Policy* Vol. 39: 471-476.
- Steg, L. 2005. "Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use." *Transportation Research Part A* Vol. 39: 147-162.
- Stock, J. 2011. "Eine Maschine wird Mensch? Von der Notwendigkeit, Technik als integralen Bestandteil sozialer Praktiken zu akzeptieren – Ein Theorie-Report." *Technical University Technology Studies Working Papers* 2. Berlin: Technische Universität.
- Urry, J. 2004. "The System of Automobility." *Theory, Culture and Society* Vol. 21 (4/5): 25-39.
- Trommer, S., V. Kolarova, E. Fraedrich, L. Kröger, B. Kickhöfer, T. Kuhnimhof, B. Lenz, and P. Phleps. 2016. *Autonomous Driving - The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behaviour*. Munich: ifmo technical report.
- Verbong, G.P. and F. W. Geels. 2010. "Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways." *Technological Forecasting and Social Change* Vol. 77: 1214–1221.
- Wachenfeld, W., H. Winner, J.C. Gerdes, B. Lenz, M. Maurer, S. Beiker, E. Fraedrich, and T. Winkle. 2016. Use Cases for Autonomous Driving. *Autonomous Driving. Technical, Legal, and Societal Aspects*, eds. M. Maurer, C. Gerdes, W. Lenz, and H. Winner. Heidelberg: Springer Open.
- Waitt, G.R., and T. Harada. 2012. "Driving, cities and changing climates." *Urban Studies* Vol. 49 (15): 3307-3325.
- Watson, M. 2012. "How theories of practice can inform transition to a decarbonised transport." *Journal of Transport Geography* Vol. 24: 488-496.

9 Zusammenfassung der zentralen Erkenntnisse

Es liegt in der Natur von komplexen Technikentwicklungen, dass ihnen immer auch Ambivalenzen innewohnen; wo Potenziale einerseits identifiziert werden können, gibt es andererseits auch Herausforderungen. So ist es auch beim autonomen Fahren: Während die Technik Chancen bietet, steigenden Anforderungen an Verkehrssicherheit und -effizienz, Komfort und Zuverlässigkeit oder erweiterte Mobilitätsangebote für neue NutzerInnengruppen gerecht zu werden, sind gleichzeitig auch Risiken einzukalkulieren, wie beispielsweise eine Zunahme des motorisierten Individualverkehrs mit all seinen bekannten negativen Folgen (vgl. Fraedrich et al. 2017). Ambivalent stellt sich dabei auch die Akzeptanz des autonomen Fahrens dar, und eine einfache Antwort auf die Frage, ob autonomes Fahren positiv oder negativ wahrgenommen und bewertet wird, entspricht auch hier nicht dem Wesen des Forschungsgegenstands – wobei eine ‚Akzeptanzmessung‘ zu einem spezifischen Zeitpunkt ja per se nur einen Ausschnitt widerspiegelt, der für sich genommen noch wenig Aussagekraft hat. Wo einerseits Hoffnungen und positive Erwartungen an die Technik formuliert werden, gibt es andererseits auch Skepsis, Zweifel und ernste Befürchtungen.

Ziel dieser Arbeit war es, aufzuzeigen, wie individuelle und gesellschaftliche Aspekte von Akzeptanz des autonomen Fahrens miteinander in Verbindung stehen und sich wechselseitig bedingen, um auf diese Weise die Technikentwicklung auch sozialwissenschaftlich zu begleiten. Im nun folgenden Kapitel werden die zentralen Erkenntnisse aus den drei Kapiteln Akzeptanzobjekt, -kontext und -subjekt kurz zusammengefasst.

Die systematische Strukturierung von NutzerInnen-Äußerungen zum autonomen Fahren spannt mit einem ersten Meinungsbild zum autonomen Fahren das ‚Akzeptanzfeld‘ auf: Aus den Ergebnissen der Explorationsstudie lassen sich insgesamt eher positive Auffassungen zum autonomen Fahren erkennen – sowohl für Deutschland, als auch für die USA. Einstellungen und Werthaltungen zum autonomen Fahren unterliegen derzeit aber auch soziokulturellen Unterschieden, das haben die Auswertungen der Online-Kommentare zu Artikeln über das Thema gezeigt. Ob sich daraus auch Unterschiede im Hinblick auf die Akzeptanz der Technik ableiten lassen, ist allerdings fraglich. Eher bestätigen die Ergebnisse der Analyse die eingangs formulierte Annahme, dass Akzeptanz auch ein (zeitlich) wandelbares und damit prozesshaftes Konstrukt ist – sie unterliegt Varianzen, die gruppenspezifisch, sozial, kulturell aber auch von unterschiedlichen Wissensbeständen geprägt sind.

Konkrete Nutzenvorstellungen und -abwägungen zum autonomen Fahren sind derzeit noch gering ausgeprägt: Autonomes Fahren scheint, das zeigen die Ergebnisse aus der Analyse der Online-Kommentare ebenso wie jene aus den Gruppendiskussionen, derzeit noch relativ ‚weit weg‘ von konkreten praktischen Nutzenvorstellungen zu sein. Über eine Strukturierung und Zuordnung von Aussagen der Befragten in ‚objektbezogene‘ und

„subjektbezogene“ Kategorien konnte gezeigt werden, dass Perspektivhaltungen gegenüber der Technik stark an den derzeit vorherrschenden (und meist über die Medien verbreiteten) Wahrnehmungen orientiert sind und gleichzeitig wenig mit individuellen Nutzenvorstellungen in Verbindung stehen – autonomes Fahren erscheint den Befragten eher als ferne Technikvision denn als konkrete Alltagstechnik. Momentan, so scheint es, steht der individuell-gesellschaftliche Aushandlungsprozess zum autonomen Fahren noch am Anfang. Vor diesem Hintergrund werden eher Zuschreibungen zu erwarteten bzw. erwartbaren Eigenschaften der Technik diskutiert, die mit Nutzungspraktiken, -anforderungen und -bedarfen in keinem direkten Zusammenhang stehen. Interessant ist, dass diese wahrgenommenen Eigenschaften (z.B. erhöhte Sicherheit, Effizienz, mehr Komfort, Flexibilität) in der Summe durchaus ein positives Meinungsbild zum autonomen Fahren erkennen lassen. Gleichzeitig wird die technische Entwicklung aber vor dem Hintergrund eines größeren gesellschaftlichen Wandels gesehen, dem insgesamt sehr kritisch begegnet wird (z.B. Verlust von Freiheit und Individualität). Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Akzeptanz des autonomen Fahrens ein komplexes und ambivalentes Feld ist, in dem es derzeit wohl noch keine dauerhaft gültigen Antworten gibt im Hinblick auf die Frage, *ob* VerkehrsteilnehmerInnen oder potenzielle NutzerInnen die Technik künftig akzeptieren werden oder nicht.

Autonomes Fahren wird vor dem Hintergrund von gesellschaftlichen Entwicklungen diskutiert: Auf Basis der Befragungen und Analysen können spezifische Verbindungslinien vom autonomen Fahren zu anderen Themenbereichen identifiziert werden. Auf diese Weise lässt sich eine erste Kontextualisierung des Akzeptanzgegenstands vornehmen, bei dem wesentliche Anknüpfungspunkte sichtbar werden. Besonders prägnant sind dabei die folgenden Themen: (1) Automatisierung von Straßenfahrzeugen vor dem Hintergrund einer gesellschaftlichen Entwicklung hin zu mehr Effizienz und Leistungsorientierung; Gesellschaftliche Entwicklungen allgemein, (2) Datenschutz und -sicherheit, (3) rechtliche Rahmenbedingungen und Haftungsregelungen, (4) Mensch-Maschine-Interaktion und Verkehrsverhalten, (5) Autonutzung und -besitz. Aus diesen Ergebnissen lassen sich der Bedarf nach mehr interdisziplinärer Zusammenarbeit im Bereich der komplexen Technikentwicklung sowie der Bedarf einer soziotechnischen Kontextualisierung – also einer In-Bezug-Setzung zum gesellschaftlichen Rahmen – ableiten.

Die Studienergebnisse liefern auch Erkenntnisse zur Entwicklung gesellschaftlicher Leitbilder zum autonomen Fahren: Die Ergebnisse aus Sicht von VerkehrsteilnehmerInnen und NutzerInnen geben wichtige Hinweise im Zusammenhang mit der Entwicklung möglicher Leitbilder und Visionen zum autonomen Fahren auch abseits von den derzeit diskutierten Implikationen auf das Verkehrssystem, städtebauliche Strukturen oder Verkehrssicherheit. Zusätzlich müssen, das haben insbesondere die Ergebnisse aus den Gruppendiskussionen gezeigt, zum Beispiel auch mögliche Entwicklungs- oder Transformationsprozesse in Hinblick auf individuelle und kollektive Praktiken zu Autonutzung und -besitz in den Blick genommen

werden, die einen zentralen Einfluss auf die konkreten Nutzenvorstellungen zum autonomen Fahren erwarten lassen.

Reflexive Einstellungen und Perspektivhaltungen sind nur vor dem Hintergrund von handlungsleitenden, kollektiven Orientierungen zu verstehen: Zu Beginn der Arbeit wurde die These aufgestellt, dass die Erfassung von Akzeptanz des autonomen Fahrens über direktive und standardisierte Befragungen (derzeit) noch kaum valide Ergebnisse liefern kann, weil einerseits zum Befragungsgegenstand kaum Wissen und keine Erfahrungen aus NutzerInnensicht vorliegen und andererseits auch noch kein konsensuales Begriffsverständnis zum autonomen Fahren existiert. In der Explorationsstudie wurden daher Perspektiven und Werthaltungen zum autonomen Fahren indirekt über Online-Kommentare erhoben, um auf diese Weise ein erstes Stimmungsbild zu erfassen und das Thema bzw. das Akzeptanzfeld zu strukturieren. In einer weiteren empirischen Erhebung wurde mit Hilfe von Gruppendiskussionen – wiederum über einen qualitativen Forschungszugang – ein weiterer Annäherungsschritt in Hinblick auf die Akzeptanz autonomen Fahrens unternommen. Über handlungsleitende Orientierungen zu Autonutzung und -besitz wurde analysiert, auf welche Weise der aktuelle Nutzungs- und Bedürfniskontext zu Autonutzung und -besitz konstituiert ist. Hinweise dazu ergaben sich dabei aus der Explorationsstudie, die bereits erste Varianzen und Widersprüchlichkeiten in Hinblick auf Autonutzung und -besitz sowie Verbindungslinien zwischen Einstellungen zum autonomen Fahren und subjektiv-individuellen Praktiken zu Autonutzung aufgezeigt hat. Deutlich wurde über die Analyse insbesondere, dass (bewusste) Einstellungen zu Autonutzung und -besitz nicht notwendigerweise auch handlungsleitend sind – kritische Perspektiven zum Thema wurden von den Befragten durch (unbewusste) Orientierungsmuster teilweise außer Kraft gesetzt, die wiederum eine sehr viel stabilere Beziehung zu automobilen Praktiken vermuten lassen als dies über bloße Einstellungen zum Vorschein kommt.

Ein konsistenter, in sich geschlossener Entwicklungspfad zum autonomen Fahren existiert derzeit noch nicht: Die unterschiedlichen Anwendungsfälle und Szenarien zum autonomen Fahren zeigen sowohl auf der individuellen Ebene, erfasst über subjektive Wahrnehmungen und Einstellungen von NutzerInnen (also auf der Erwartungsebene), sowie auf der gesellschaftlichen Ebene – über Betrachtungen zu möglichen Transformationen des soziotechnischen Systems der Automobilität – spezifische Entwicklungslinien zum autonomen Fahren auf. Auf der einen Seite sind Entwicklungen denkbar, die das System der Mobilität grundlegend verändern könnten, sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite. Auf der anderen Seite sind aber auch Veränderungen möglich, die das bestehende System eher ergänzen könnten als es radikal zu transformieren. Vor diesem Hintergrund ergeben sich je spezifische Implikationen für die weitere Forschung, die weiter unten diskutiert werden. Deutlich geworden ist jedenfalls, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch kein konsistenter, exklusiver Entwicklungspfad des autonomen Fahrens abzusehen ist. Denkbar ist außerdem, dass haben insbesondere die Analysen unterschiedlicher Szenarien und deren Wirkungen auf das soziotechnische System der Automobilität ergeben, dass

verschiedene Anwendungsfälle des autonomen Fahrens parallel zur Anwendung kommen und nebeneinander existieren könnten. Dies würde dann möglicherweise eher zu einer Diversifizierung im bestehenden Mobilitätsangebot führen, als zu einem grundlegenden Wandel des gesamten Systems.

Die Fokussierung auf die technische Entwicklung zum autonomen Fahren ist nicht ausreichend: Eine Analyse des autonomen Fahrens mit dem Fokus auf technische Aspekte und Entwicklungen (sowie deren direkte Effekte) verstellt den Blick auf die mannigfaltigen und komplexen Wirkungen, die eine Einführung der Technik mit sich bringen können, zum Beispiel auch Veränderungen des technischen Artefakts (Automobil) im gesellschaftlichen Kontext und künftige Nutzungspraktiken. Auch aus dieser Erkenntnis ergibt sich die Notwendigkeit zur verstärkten interdisziplinären Zusammenarbeit. Insbesondere müssen Ansätze zur Anwendung kommen, welche die „heterogeneity, contingency, fluidity, emergence, unpredictability, and untidiness“ (Geels 2011: 38) von technischen Veränderungsprozessen abbilden und gleichzeitig eine Brücke zwischen technischen, sozial-, geistes- und naturwissenschaftlichen Disziplinen schlagen können. Damit könnte ein gesellschaftlicher Lern- und Entwicklungsprozess angestoßen werden, der hilft, Risiken und Potenziale des autonomen Fahrens besser abzuschätzen.

Transformationsprozesse im System der Mobilität vor dem Hintergrund des autonomen Fahrens sind nur unter Berücksichtigung vielfältiger Einflussfaktoren auf unterschiedlichen Ebenen zu verstehen: Die empirischen Ergebnisse der Arbeit, insbesondere aus den Gruppendiskussionen, lassen auf ein (immer noch) relativ stabiles System der Automobilität schließen. Mit anderen Worten: Im soziotechnischen System der Mobilität scheint sich entgegen immer wieder geäußerten Vermutungen (vgl. Manderscheid 2014, Geels et al. 2012, Goodwin 2010, Urry 2004) derzeit noch kein fundamentaler Wandel anzudeuten. Autonome Fahrzeuge könnten das bestehende System daher weniger grundlegend transformieren, wie es die in der Einleitung der Arbeit zitierten Thesen andeuten, sondern es möglicherweise eher modifizieren, ergänzen und ausdifferenzieren.

Einstellungen, Zuschreibungen, Perspektivhaltungen und Wertungen zu technischen Produkten auf einer individuellen Ebene sind, das haben die Untersuchungen gezeigt, nicht von dem soziotechnischen Kontext zu trennen, in den sie eingebettet sind und mit dem sie in einem beständigen Aushandlungsprozess stehen. Während es einerseits gilt, diese andauernden Veränderungen zu erfassen, müssen gleichzeitig aber auch die Verbindungen zu bestehenden Praktiken, Konzepten und Orientierungen analysiert werden, aus denen heraus sie erst entstehen. Auf der Basis dieser Annahme wurden in der Arbeit aktuelle Orientierungen und Deutungsmuster zu Autonutzung und -besitz analysiert, um daraus Aussagen zur Akzeptanz des autonomen Fahrens abzuleiten. Dabei zeigt sich, dass die von den Teilnehmenden der Studie vorgetragenen Haltungen zu Autonutzung und -besitz (wie auch zum autonomen Fahren) auf den ersten Blick kritisch bis ablehnend erscheinen. Über eine umfassende Auswertung der Gespräche ergibt sich allerdings ein differenziertes Bild: Auf der Ebene der handlungsleitenden und kollektiv geteilten Orientierungen ist eher (noch) keine

Abkehr von derzeitigen Mobilitätsmustern zum Automobil erkennbar – allenfalls temporär. Vielmehr scheinen automobiler Praktiken tief eingebettet zu sein in unsere Lebensskripte und verbunden mit weiteren Praktiken (wie z.B. der Identitätsfindung beim Erwachsenwerden), die möglicherweise – dies müsste in jedem Fall noch Bestandteil weiterer Untersuchungen sein – das bestehende System insgesamt stabilisieren. Einstellungsbasierte Aussagen können durchaus den Eindruck erwecken, dass sich das Verhältnis von (bestimmten) NutzerInnengruppen zum Automobil wandelt, bzw. gewandelt hat. Sie scheinen aber, dies ist eine vorsichtige Annahme auf Basis der empirischen Ergebnisse, weniger entscheidungs- und handlungsleitend zu sein, als gemeinhin angenommen.

Im Kontext von Automatisierung (und Digitalisierung) werden das Automobil und seine Nutzung voraussichtlich künftig immer stärker diversifiziert und ausdifferenziert werden. Auf diese Weise wird ein Trend fortgesetzt, der schon vor einigen Jahren Einzug in den Verkehrs- und Mobilitätsbereich gehalten hat und sich insbesondere in einer zunehmenden Vielfalt an Angeboten (z.B. des ‚flexiblen‘ Oneway-Carsharing oder bedarfsorientierten Bedienformen im Öffentlichen Personennahverkehr) widerspiegelt. Diese Entwicklungen, auch das hat die Arbeit gezeigt, führen jedoch nicht zwangsläufig dazu, dass das Automobil insgesamt an Bedeutung verliert – im Gegenteil, vor dem Hintergrund der Automatisierung könnte es sogar einen neuen Aufschwung erleben. Symbolische, soziale und kulturelle Bedeutungen bzw. Bedeutungszuschreibungen in Hinblick auf das Automobil und seine (sich wandelnden) Praktiken müssen daher bei künftigen Forschungen stärker berücksichtigt werden. Damit geht auch die Notwendigkeit einher, gängige Methoden der Einstellungserfassung, z.B. in Form von standardisierten Befragungen, zu ergänzen oder anzupassen.

10 Diskussion und Ausblick

Auf Basis der Ergebnisse und Analysen werden im folgenden abschließenden Kapitel Anknüpfungspunkte für weitere Forschungen und, wo möglich, auch konkrete Handlungsempfehlungen im Sinne gesellschaftspolitischer Gestaltungs- und Entwicklungsprozesse abgeleitet.

10.1 Einbettung der Ergebnisse in die Theorie- und Methodendiskussion zur Akzeptanz

Der umfassende theoretische Ansatz von Lucke (1995) zur Erfassung (gesellschaftlicher) Akzeptanz diente in der vorliegenden Arbeit als erste Orientierung und analytisches Raster zur Erforschung von Aspekten zur Akzeptanz des autonomen Fahrens. In weiten Teilen folgt die Arbeit dabei konzeptionell den Ausführungen von Lucke. Im Zusammenhang mit den empirischen Studien hat sich jedoch gezeigt, dass Luckes Akzeptanzverständnis häufig auf einer abstrakten Ebene verbleibt, und kaum forschungspraktische Hinweise für die Akzeptanzforschung liefert. Auf der Suche nach konkreteren Forschungsanleitungen wurden insbesondere die Arbeiten von Axsen und Kurani (2012) zur Elektromobilität als fruchtbar empfunden, die Akzeptanz- und Adoptionsprozesse zwar – ähnlich wie Lucke – auch als sozial-gemeinschaftliche Aushandlungsabläufe betrachten, sie aber zusätzlich um die Einbettung in bestehende Perspektiven, Praktiken, Wert- und Normhaltungen sowie bestehendes (implizites) Wissen ergänzen und damit der forschungspraktischen Annäherung zugänglicher machen. Vor diesem Hintergrund hat sich die dokumentarische Methode nach Bohnsack (2013) als geeignetes Analyseinstrument erwiesen, das darüber hinaus auch methodologische und theoretische Anknüpfungspunkte liefert (siehe Kapitel 8.1.6).

Trotzdem war die Arbeit insgesamt am Forschungsgegenstand orientiert und hat damit nicht den Anspruch verfolgt, eine modifizierte Theorie zur Erforschung von Akzeptanz aufzustellen. Künftige, stärker theoretisch ausgerichtete Arbeiten könnten das Desiderat der in weiten Teilen fehlenden forschungspraktischen Orientierung des Lucke'schen Ansatzes aufgreifen und auf diese Weise Theorie, Methodologie und Methode zur ganzheitlichen Betrachtung von Akzeptanz auf individueller wie auch auf gesellschaftlicher Ebene weiterentwickeln.

Eine erste These bzw. Vorannahme zur Akzeptanz in dieser Arbeit war, dass fehlendes Wissen und nicht vorhandene Erfahrung zum autonomen Fahren auf NutzerInnenseite Einfluss auf deren Einstellungen und Bewertungen haben. Dazu sei nochmals an das Zitat von Peters und Dütschke (2010) zu deren Akzeptanzerhebung der Elektromobilität erinnert:

„Befragungen potenzieller Nutzer etwa per Fragebogen, ob bzw. unter welchen Umständen sie bereit wären, ein Elektroauto zu kaufen, haben das Problem, dass Einschätzungen zu dem neuen, noch wenig bekannten System der Elektromobilität für die Konsumenten schwierig sind. Sie

beruhen in der Regel auf einem Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen auf der Basis bisheriger Mobilitätsmuster“ (ebenda: 6).

Diese seien dann, so die Argumentation, der meine Arbeit über weite Strecken zunächst folgte, deshalb auch nur bedingt valide, da der Gegenstand (in diesem Fall das autonome Fahren) zu wenig bekannt ist. In der Explorationsstudie (Kapitel 6.1) konnte auch kein klares für oder wider das autonome Fahren erfasst werden – was die eingangs vermutete Annahme zu stützen schien. Mit den der ersten Studie folgenden Untersuchungen zum soziotechnischen Kontext einerseits (Kapitel 7.1) und den stärker subjekt- und praxiszentrierten empirischen Untersuchungen andererseits (Kapitel 8.1), ergab sich abschließend allerdings ein differenzierteres Bild: Vorwissen und Erfahrung mögen sehr wohl Einfluss auf akzeptanzrelevante Einstellungen nehmen. Allerdings scheinen erstens der soziotechnische Kontext, wie auch spezifische Anwendungsfälle ebenfalls wirksam zu sein. Und zweitens ist das in dem Zitat von Peters und Dütschke nahegelegte „Problem“ weniger als solches zu definieren, sondern stellt vielmehr eine zentrale Rahmenbedingung von Akzeptanzforschung dar: Die Orientierung an derzeit vorhandenen „Mobilitätsmustern“ (z.B. in Form von Praktiken zur Autonutzung) ist bedeutsam für die Erforschung von künftigen Mustern insofern, als dass auch künftiges Handeln sich nachvollziehbarerweise aus vorhandenen Orientierungen, Mustern und Verhaltensstrukturen heraus entwickelt.

Anknüpfungspunkte für künftige Akzeptanzforschung finden sich auch in den Arbeiten von Grunwald, der eine Differenzierung von möglichen „Zumutungen“ bzw. „Exposition[en]“ (Grunwald 2005: 57) vor dem Hintergrund technischer Entwicklungen vorgeschlagen hat und in weiterer Folge diese auch zum Umgang mit spezifischen Risiken des autonomen Fahrens definiert (Grunwald 2015). Weil Risiken und Nachteile von technischem Fortschritt nicht auf individueller Ebene alleine getragen bzw. ‚zugemutet‘ werden können, muss ein gesellschaftlicher Aushandlungsprozess „um die gesellschaftsweit verbindliche Regelung dieser Zumutungen und Zumutbarkeiten“ geführt werden (Grunwald 2005: 58). Damit geht der Anspruch an eine „Verlagerung der Akzeptanzanforderungen von den ‚Umfragen‘ über mutmaßliche Technikakzeptanz auf die Ebene der demokratisch legitimierten und prozeduralen Bewältigung der unvermeidlichen Zumutungen der Technik“ einher (ebenda: 59). Nachfolgend wird vor diesem Hintergrund ein Entscheidungsprozedere bzw. -verfahren skizziert, das den Anforderungen an individuell-gesellschaftliche Aushandlungen zu möglichen (gesellschaftlichen) Risiken bzw. (individuellen) ‚Zumutungen‘ des autonomen Fahrens angemessen begegnen kann.

10.1.1 Entwicklung von Leitbildern zum autonomen Fahren

Autonomes Fahren scheint aus NutzerInnenperspektive noch wenig vorstellbar bzw. relativ weit weg vom Heute. Kritische bis skeptische Stimmen sind vor diesem Hintergrund kaum verwunderlich. In meiner Arbeit habe ich argumentiert, dass bei der Auseinandersetzung mit der Technik diese ‚greifbar‘ bzw. ‚erfahrbar‘ gemacht werden muss. In den Untersuchungen zum ‚Kontext‘ des autonomen Fahrens, sowie den Gruppendiskussionen im ‚Subjekt‘-Abschnitt wurden daher unterschiedliche Szenarien und Anwendungsfälle differenziert. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass sich Implikationen (auf systemischer Ebene) wie auch Einschätzungen und

Bewertungen (auf der Individualebene) je nach ‚Art‘ des autonomen Fahrens unterscheiden.⁴² Der Nutzen autonomer Fahrzeuge scheint jedenfalls aus NutzerInnen-sicht bisher noch relativ wenig erkannt zu werden. Dies trifft zumindest in Hinblick auf die ProbandInnen meiner Arbeit zu. Gleichwohl wird argumentiert, „dass für die Akzeptanz des autonomen Fahrens eher die Nutzenerwartungen als die Risikobefürchtungen entscheidend sind“ (Grunwald 2015: 681). Vor diesem Hintergrund reicht es dann allerdings nicht aus, die Technik künftig lediglich ‚greifbarer‘ oder ‚erfahrbarer‘ zu machen. Im Sinne einer „partizipativen Technikgestaltung“ (ebenda) könnten vielmehr gesellschaftlich entwickelte Leitbilder stärker dazu beitragen, „das Machbare mit dem Wünschbaren“ (Blättel-Mink 2006: 115) zu verbinden. Diese würden „als ein konkretes und allgemein fassliches Orientierungsangebot [fungieren], an dem die Akteure in Technikgenese-Prozessen ihr Wahrnehmen, Denken und Entscheiden ausrichten können [...] und wirken [dadurch] koordinierend, insbesondere in Hinblick auf die Vermittlung zwischen den verschiedenen alltagsweltlichen und expertenkulturellen Kooperations- und Kommunikationsformen, die in der Genese einer Technik zusammenlaufen und dabei auch verändert werden“ (Dierkes 1997, zitiert in Blättel-Mink 2006: 118).

10.2 Implikationen für künftige Untersuchungen zum autonomen Fahren im Kontext von Verkehrs- und Mobilitätsforschung

Meine Arbeit hat sich vor allem dem individuellen und gesellschaftlichen Kontext gewidmet, in den autonomes Fahren (bzw. die Diskussion darüber) eingebettet ist und in den sich die Technik einfügen muss. Weitere Forschungen sollten insbesondere auch jene Implikationen in den Blick nehmen, die sich aus der zunehmenden Automatisierung *für* die Gesellschaft ergeben – dabei gilt es auch hier, diese jeweils anwendungsbezogen sowie ganzheitlich und systemisch zu betrachten.

Für die Verkehrsforschung bzw. die Verkehrsgeographie und die Mobilitätsforschung geht es vor dem Hintergrund einer Automatisierung von Straßenfahrzeugen neben den möglichen Wirkungen autonomer Fahrzeuge auf das Verkehrssystem im Wesentlichen auch darum, automobilbedingte Herausforderungen in den Blick zu nehmen und Alternativen zu untersuchen, die einer Abhängigkeit von motorisierter Mobilität entgegenwirken oder zumindest einen effizienteren Umgang mit dieser herbeiführen (Lyons 2009: 81). Damit geht auch die Forderung einher, wie im vorangegangenen Abschnitt kurz skizziert, Akzeptanzforschung im Sinne einer sozialwissenschaftlich-empirisch begleitenden Forschung weiterzuentwickeln, hin zu einer stärker an „Akzeptabilität“ (vgl. Petermann und Scherz 2005, Lucke 1995) orientierten Forschung, die unter Berücksichtigung partizipativer Verfahren insbesondere auch NutzerInnen bzw. die Zivilgesellschaft aktiv in Entwicklungs- und Gestaltungsprozesse im Zusammenhang mit Technik einbezieht.

⁴² Zu ähnlichen Ergebnissen kommen übrigens auch quantitative Untersuchungen, die Wirkungen des autonomen Fahrens auf die Verkehrsmittelwahl und die Nutzerakzeptanz in den Blick genommen und nach unterschiedlichen Anwendungsfällen differenziert haben (vgl. Trommer et al. 2016, Fraedrich et al. 2016, Cyganski 2015, Wolf 2015).

Wirkungs- und Begleitforschung sind dabei nicht voneinander zu trennen: Nur auf der Grundlage einer umfassenden Betrachtung und Analyse von möglichen Implikationen des autonomen Fahrens (in unterschiedlichen Szenarien) auf das Verkehrssystem, auf Stadt- und Raum- bzw. Infrastrukturen und auf künftiges Mobilitätshandeln, können überhaupt informierte Entscheidungen in Hinblick auf die Implementierung autonomer Fahrzeuge getroffen werden. Die Arbeit hat hier erste Entwicklungslinien aufgezeigt und soll dazu beitragen, eine Debatte anzustoßen, die sich auf systemischer und ganzheitlicher Ebene mit der Technikentwicklung auseinandersetzt. Die gesellschaftliche Akzeptanz neuer Technologien ist ein komplexer Aushandlungsprozess. Immer wieder wird betont, wie bedeutsam dieses Thema für eine prosperierende Zukunft ist. Nur im Zusammenspiel zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft könnten die Themenfelder von morgen schon heute umgesetzt werden, und ohne „einen breiten gesellschaftlichen Dialog über mögliche Lösungswege“ könne kein gesellschaftlicher Fortschritt ermöglicht werden. (vgl. Barner et al. 2013: 21). In engem Zusammenhang mit diesem angestrebten Fortschritt wird derzeit auch das Thema autonomes Fahren diskutiert. Allerdings sind wesentliche (politische) Leit- und Entwicklungslinien zum automatisierten Fahren noch stark an industriepolitischen Parametern orientiert – was sich beispielsweise gut über das Strategiepapier zum automatisierten und vernetzten Fahren der Bundesregierung nachvollziehen lässt, in dem es heißt:

„Deutschland ist seit 130 Jahren Innovationsführer beim Automobil. Jetzt geht es darum, diese Erfolgsgeschichte im digitalen Zeitalter fortzuschreiben. Vor diesem Hintergrund haben wir gemeinsam mit dem „Runden Tisch Automatisiertes Fahren“ eine Strategie entwickelt, wie wir das automatisierte und vernetzte Fahren weiter voranbringen. Sie ist unser Leitfaden, um Deutschlands Position als Autoland Nr. 1 weiter zu stärken – und die Wachstums- und Wohlstandschancen der Mobilität 4.0 zu nutzen“ (BMVI 2015: 4).

Neben dem Erhalt und Ausbau des Innovationsstandorts Deutschland wird der Automatisierung im Straßenverkehr auch zunehmend Bedeutung beigemessen, wenn es zum Beispiel um die Erhöhung von Sicherheit und Effizienz im Straßenverkehr geht. Insgesamt wird der Technik eine Schlüsselrolle im Zusammenhang mit der Mobilität der Zukunft zugeschrieben. Auf internationaler Ebene werden Potenziale des autonomen Fahrens zusätzlich vor dem Hintergrund eines durch Globalisierung, internationale Arbeitsteilung und wachsende urbane Räumen prognostizierten massiven Wachstums des Verkehrsaufkommens diskutiert. Was in der Debatte bislang noch zu wenig Beachtung findet, ist eine integrierte Betrachtung des Verkehrs- und Mobilitätssystems als Ganzes, bei der nicht nur einzelne Verkehrsträger in den Blick genommen werden.

Dabei mehrten sich über jüngste Studien Hinweise, dass durch Rebound-Effekte durchaus negative Wirkungen des automatisierten Fahrens auf das Verkehrssystem zu befürchten sind – so z.B. eine mögliche Zunahme der Verkehrsleistung insgesamt durch neu induzierte Verkehre und deutlichen Komfortgewinn auf NutzerInnenseite (z.B. Fraedrich et al. 2017, Trommer et al. 2016). Bislang handelt es sich bei den Ergebnissen um erste (quantitative und qualitative) Schätzungen, die noch zahlreichen Unsicherheiten unterworfen sind und weiterer Forschung bedürfen. Gleichzeitig

machen die Ergebnisse aber auch deutlich, dass autonomes Fahren nicht per se die Potenziale wird entfalten können, mit denen es so oft assoziiert wird. Um diese Potenziale sowie gleichzeitig das Ziel der Entwicklung eines nachhaltigen, integrierten Verkehrssystems mit hoher BenutzerInnenfreundlichkeit zu erreichen, müssen mögliche Wirkungen der Technik einerseits auf Forschungsseite verlässlicher abgeschätzt werden können und es müssen andererseits auf politischer Ebene frühzeitig geeignete Steuerungsalternativen in den Blick genommen werden.

Der Forschung zu autonomem Fahren ist dabei a priori eine auf die Zukunft gerichtete Perspektive inhärent. Damit unterliegt sie grundlegenden Anforderungen an Zukunftsforschung. Solche Anforderungen wurden unter anderem vom Netzwerk Zukunftsforschung in Form von Standards bzw. Gütekriterien definiert (Gerhold et al. 2015). Ich möchte im Folgenden die wesentlichen Standards aufgreifen und sie in Bezug zur Arbeit über Akzeptanz des autonomen Fahrens diskutieren – wenngleich, wie bereits an anderen Stellen der Promotionsschrift dargelegt, Akzeptanzforschung im Grunde immer nur eine Bestandsaufnahme des Status Quo darstellt, so bewegt sich Forschung zur Akzeptanz des autonomen Fahrens jedoch mindestens an der Schnittstelle zwischen einer solchen Bestandsforschung und Zukunftsforschung bzw. muss sich Akzeptanzforschung zum autonomen Fahren zumindest anschlussfähig an Zukunftsforschung zeigen.

- **Prinzip Zukunftsbild:** Jede Auseinandersetzung mit und damit auch jede Forschung zu zukunftsorientierten Themen kann immer nur ein Abbild in Form einer Repräsentation derselben darstellen. Aussagen zum autonomen Fahren unterliegen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch Unsicherheiten, die eine konkrete Vorhersage zur Technikentwicklung und damit auch ihren Wirkungen schwierig macht. Dies gilt nicht nur für die Technik und ihre Entwicklung allein, sondern auch für ihre Akzeptanz – „weil Technikakzeptanz zeitlich stark schwanken kann, schließt die Berücksichtigung des gegenwärtigen Akzeptanzverhaltens zukünftige Technikkonflikte nicht aus“ (Grunwald 2005: 56). In der Arbeit wurde dieser Herausforderung begegnet, indem verschiedene Entwicklungspfade in Form von möglichen Szenarien und Anwendungsfällen aufgezeigt und hinsichtlich ihrer unterschiedlichen Implikationen, insbesondere mit Blick auf die NutzerInnen sowie das Verkehrs- und Mobilitätssystem diskutiert wurden. Damit wurde das Ziel verfolgt, Voraussetzungen für künftige Forschung zum autonomen Fahren zu definieren, die stärker ganzheitlich und systemisch aufgestellt sein muss. Die Orientierung an verschiedenen denkbaren Entwicklungen sollte auch künftige Forschung begleiten.
- **Modalität:** Zukunftsforschung kann begleitend, antizipierend oder normativ sein – wobei eine klare Trennung dieser analytischen Kategorien nicht immer möglich ist. In erster Linie hatte die vorliegende Arbeit über Akzeptanz des autonomen Fahrens einen begleitenden Charakter: Sie sollte im Sinne sozialwissenschaftlich-empirischer Forschung den derzeitigen Stand der Technikentwicklung im Kontext individueller und gesellschaftlicher Transformationsprozesse erfassen und damit einen Beitrag zu einer umfassenderen Auseinandersetzung mit dem autonomen Fahren leisten. Gleichzeitig haben die Ergebnisse aber durchaus auch ‚antizipierenden‘ Charakter: Im Zusammenhang mit

handlungsleitenden Orientierungen zu Autonutzung und -besitz wurde deutlich, dass einige der Szenarien zum autonomen Fahren derzeit wahrscheinlicher oder zumindest näher erscheinen als andere. Insbesondere wenn mögliche Entwicklungen und Wirkungen zum autonomen Fahren auch mit Hilfe quantitativer Berechnungen abgeschätzt werden, wird aber auch der antizipierende Charakter der Forschungen noch stärker deutlich. ‚Normative‘ Aspekte sollten dabei, wie bereits weiter oben diskutiert, die Untersuchungen und Analysen begleiten, wenn unerwünschte Implikationen der Technikentwicklung verhindert werden sollen.

- **Argumentative Prüfbarkeit:** Zukunftsforschung unterliegt in der Regel anderen Prüfkriterien als ‚klassische‘ Forschung – ihre Ergebnisse müssen daher argumentativ nachvollziehbar sein, auch, weil „die empirische Bewährung oder die logische Ableitung aus bekanntem Wissen“ (Netzwerk Zukunftsforschung 2015: 2) nicht anwendbar sind. Arbeiten zu autonomem Fahren können diese Unsicherheiten adressieren, indem sie erstens ein klares Begriffsverständnis der Technik entwickeln, zweitens nachvollziehbare Entwicklungspfade aufzeichnen und drittens offenlegen, welche Parameter in die Abschätzungen zu möglichen Implikationen eingegangen sind – und auch, welche nicht berücksichtigt wurden.
- **Gestaltungs- und Handlungsbezug:** Insbesondere bei Forschung zum autonomen Fahren müssen „Gestaltungsabsichten und Handlungsbezüge“ (ebenda) in die Forschungstätigkeiten mit eingebunden werden: Weil mit der Einführung der Technik mögliche Veränderungen einhergehen, die die Gesellschaft als Ganzes betreffen und erheblichen Einfluss auf das bestehende Verkehrssystem erwarten lassen, besteht auf Forschungsseite die Notwendigkeit zu einer Reflexion der Forschungstätigkeiten insgesamt und der produzierten Ergebnisse über z.B. Wirkungen und Effekte des autonomen Fahrens im speziellen. Dabei geht es auch darum, die Erkenntnisse zu nutzen, Handlungsoptionen aufzuzeigen und Handlungsempfehlungen abzuleiten, die dem Gestaltungscharakter von Technikentwicklung Rechnung tragen.
- **Interdisziplinarität:** In der Arbeit wurden unterschiedliche disziplinäre Perspektiven angewandt, um die Akzeptanz des autonomen Fahrens als komplexes, multidimensionales und zeitlich wandelbares Konstrukt adäquat abzubilden. Zusätzlich waren die Untersuchungen in ein größeres internationales Projekt eingebunden, das ebenfalls interdisziplinär angelegt war (Villa Ladenburg, vgl. Maurer et al. 2015). Das Ziel des Projekts war dabei auch, „eine erste umfassende Darstellung dessen, was wir zum gegenwärtigen Zeitpunkt als wissenschaftlich aussagbar erachten dürfen“ (Minx und Dietrich 2015: VI) vorzulegen. Dies war überhaupt erst über die Integration der verschiedenen disziplinären Perspektiven. Auch künftige Forschungen werden erst dann relevante und valide Ergebnisse liefern können, wenn sie berücksichtigen, dass Technikentwicklung immer auch die Grenzen zwischen Individuen und Gesellschaft, Technik und Mensch bzw. Natur aufweichen, weshalb interdisziplinäre Zusammenarbeit eine notwendige Voraussetzung für ganzheitliche Analysen ist.

- **Transdisziplinarität:** Eine partizipative Einbindung relevanter Akteure zum autonomen Fahren fand für die vorliegende Arbeit nur bedingt statt. Über qualitative, non-direktive Befragungsformen und Auswertungsmethoden wurde aber angestrebt, die Akzeptanz aus NutzerInnen-sicht nicht durch bereits vordefinierte Kategorien zu erfassen, sondern die Einschätzungen, Perspektiven, Meinungen und Orientierungen von NutzerInnen bzw. VerkehrsteilnehmerInnen über deren eigene Äußerungen zu analysieren. Damit wurde den ‚Akzeptanzsubjekten‘ ein quasi-partizipativer Stellenwert eingeräumt. Weiter oben habe ich bereits ausgeführt, dass es bei künftiger Forschung stärker auch darum gehen muss, Leitbilder zur Technikentwicklung auf einer gesamtgesellschaftlichen Ebene und im Sinne einer „partizipativen Technikgestaltung“ (Grunwald 2015: 681) zu definieren. Dabei müssen die Perspektiven aller relevanten Akteure mitberücksichtigt werden – das sind neben den TechnikentwicklerInnen, den Automobil- und Technologieunternehmen und den künftigen NutzerInnen autonomer Fahrzeuge unter anderem auch VerkehrsteilnehmerInnen allgemein, Stadt- und VerkehrsplanerInnen oder andere zivilgesellschaftliche Akteure.

10.3 Integrierter Methodenmix im Zusammenhang mit soziotechnischen Transformationsprozessen und Systeminnovationen

An vielen Stellen wurde bereits diskutiert, dass die Analyse und Beschreibung komplexer Themenfelder – und eine solche Komplexität trifft insbesondere auf soziotechnische Transformationsprozesse bzw. Systeminnovationen, wie sie beim autonomen Fahren vorzufinden sind, zu – einer Vielzahl an Modellen, Theorien und Methoden bedarf (vgl. Schneidewind und Scheck 2013). In der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene qualitative Methoden (sowie unterschiedliche theoretische Ansätze) miteinander kombiniert – die Begründung für das gewählte Vorgehen wurde ausführlich in Kapitel 4 sowie in den einzelnen Aufsätzen diskutiert. Im Folgenden soll abschließend skizziert werden, in welcher Form die in der Arbeit verwendeten (qualitativen) Methoden anschlussfähig sind an Methoden und Verfahren der Verkehrsforschung und verwandter Disziplinen.

Insbesondere für die Verkehrs(verhaltens)modellierung ist eine Skalierbarkeit von Ergebnissen sowie deren Quantifizierung von Bedeutung – aber Ergebnisse aus qualitativen Untersuchungen lassen sich nicht ohne weiteres in solche Modelle übertragen. Außerdem wird qualitativer Forschung häufig (zu Recht?) ein Vorwurf gemacht, den das folgende Zitat m.E. treffend zusammenfasst (und das dabei gleichzeitig auch schon einen Ausweg bietet):

„Diese Ebene der Rekonstruktion bleibt aber letztlich auf derselben Ebene wie der Common Sense, beschreibt ihn und beinhaltet wenig Potenzial zur theoretischen Abstraktion. Denn auch im Alltag verfügen wir über Methoden des Verständnisses und interpretative Kompetenzen zur Typenbildung. Im Vergleich mit den quantitativen Verfahren befindet man sich auf der Ebene der Deskriptivstatistik, die nicht vermag, Hypothesen zu widerlegen oder zu bestätigen und somit nicht

das Niveau für eine theoretische Abstraktion erreicht. Entscheidend bei den qualitativen bzw. bei den rekonstruktiven Verfahren ist in diesem Zusammenhang der Schritt von den ‚Was‘- zu den ‚Wie‘-Fragen“ (Przyborski 2004: 41).

Während qualitative Forschung, wie im Zitat kritisiert, zwar also häufig einerseits dichte und ausführliche Beschreibungen der sozialen Wirklichkeit der untersuchten Akteure zu liefern und diese zu systematisieren vermag (‚was‘), werden andererseits Fragen nach den Begründungszusammenhängen dieser Wirklichkeit (‚wie‘) noch zu selten gestellt. Damit wird ein besonderes Potenzial qualitativer Forschung, nämlich aus der Untersuchung sozialer Wirklichkeit und sozialen Handelns wiederum Regeln und Hypothesen für diese Wirklichkeit abzuleiten bzw. aufzustellen⁴³, meist gar nicht ausgeschöpft. Insbesondere mit der in Kapitel 8.1 angewandte Methode der Gruppendiskussion nach der dokumentarischen Methode wurde in der vorliegenden Promotionsschrift versucht, diesem Anspruch Rechnung zu tragen. Verkehrsforschung ist zwar häufig den Logiken einer Theorie des homo oeconomicus im Sinne rational handelnder Individuen unterworfen. Die vormals rein quantitativen Untersuchungen der Verkehrsforschung werden dabei in jüngerer Zeit aber zunehmend auch durch Studien ergänzt, die – nicht selten unter Verwendung qualitativer Methoden – differenzierte Entscheidungsmuster von Individuen aufdecken. Dabei wird jedoch immer noch „das Handeln als die planvolle Ausführung einer bewußten Absicht bestimmt, als freie[r] Entwurf eines Bewußtseins, das seine eigenen Zwecke setzt und seinen Nutzen durch rationales Kalkül maximiert“ (Bourdieu und Wacquant 2013: 154). Praxistheoretische Ansätze, die für die Arbeit ergänzend zu einstellungsorientierten Erhebungsmethoden angewendet wurden, berücksichtigen demgegenüber zusätzlich die Einbindung individueller Akteure in soziale Strukturen und zeigen auf, wie diese Strukturen auf handlungsleitende Orientierungen wirken, ohne dabei „den Akteur zu opfern“ (ebenda).

Auch im Kontext der Verkehrsgeographie sind in jüngerer Vergangenheit Bestrebungen unternommen worden, eher ‚traditionelle‘ Ansätze der Disziplin (wie z.B. standardisierte Erhebungen) um Konzepte und Methoden zu ergänzen, die die komplexen (Mobilitäts-)Handlungsentscheidungen von Individuen im Zusammenhang mit ihren sozialen Implikationen analysieren. Insbesondere unter der Forderung nach einem ‚new mobilities paradigm‘ (vgl. Cresswell 2010, Sheller und Urry 2006) wird die Notwendigkeit formuliert, Mobilität stärker als bisher „at the center of constellations of power, the creation of identities and the microgeographies of everyday life“ (Cresswell 2011: 551) zu betrachten. Im Mainstream der Verkehrs- und Mobilitätsforschung konnten sich solche (soziologisch orientierten) Ansätze bisher allerdings noch nicht durchsetzen und sind immer wieder auch Kritik ausgesetzt (vgl. Shaw und Hesse 2010), beispielsweise weil der Fokus auf Praktiken einzelner Individuen kaum Aussagen über repräsentative Gesamtzusammenhänge ermögliche.

⁴³ Dieses Vorgehen wird in der Regel als ‚Abduktion‘ bezeichnet und meint damit (in Bezug auf das Handeln, z.B.), dass „ein den Erforschten bekanntes, von ihnen aber nicht selbst expliziertes handlungsleitendes (Regel-)Wissen – *abduktiv* – zur (begrifflich-theoretischen) Explikation“ (Bohnsack et al. 2011: 41, Hervorhebung i.O.) gebracht wird und damit neue Regeln, Theorien und Hypothesen aufgestellt werden.

Quantitative Methoden, andererseits, werden häufig dem Anspruch nicht gerecht, die komplexen, dynamischen und unvorhersehbaren Mechanismen sozialer Wirklichkeit adäquat zu erfassen und abzubilden und leiten stattdessen unzureichende und vereinfachende Modelle des Handelns und Verhaltens aus den Analysen ab, auf deren Basis wiederum Vorhersagemodelle Berechnungen für künftiges Verkehrsverhalten aufstellen, die damit jedoch nur bedingt Gültigkeit haben. Neuere Modelle (z.B. mixed logit Modelle, hybride Modelle, Agentenbasierte Modelle) könnten dieses Desiderat möglicherweise adressieren: Sie sind in der Lage, auch komplexe Verhaltensvariablen von Individuen abzubilden und können auf diese Weise akkuratere, realistischere Vorhersagen zu Wirkungen im Verkehrssystem berechnen. Weitgehend ungeklärt ist aber bisher, wie die Ergebnisse qualitativer Studien konkret Eingang in die Modelle finden könnten – also z.B. in welcher Form Ergebnisse aufbereitet werden können, um als mess- und quantifizierbare Parameter in Modellen abgebildet werden zu können. Und während einerseits zwar – neben den ‚klassischen‘ Personenverkehrsnachfragemodellparametern (Sozioökonomie, Zeit, Kosten) – mittlerweile auch kontextuelle (‚latente‘) Variablen, z.B. in Form von Einstellungen und Wahrnehmungen von Personen, berücksichtigt werden können, ist auf der anderen Seite noch völlig ungeklärt, wie die für die vorliegenden Arbeit analysierten ‚handlungsleitenden Orientierungen‘ dann wiederum in Einstellungsvariablen übersetzt werden könnten.

10.4 Künftige Forschung zum autonomen Fahren unter Berücksichtigung von Raumstrukturen

Mit Beginn der Arbeit ist autonomes Fahren, wie eingangs beschrieben, als Thema erstmals ins Licht einer breiteren Öffentlichkeit gerückt und damit auch Teil der gesellschaftlichen Auseinandersetzung geworden. Zeitgleich ist die technische Entwicklung vorangeschritten und hat in den vergangenen Jahren zunehmend zu Aktivitäten auf der Ebene von Testfeldern und Pilotprojekten mit automatisierten Fahrzeugen in unterschiedlichen räumlichen Kontexten geführt. Zu nennen ist im deutschsprachigen Raum z.B. das „Digitale Testfeld Autobahn A9“ (auf dem derzeit hochautomatisiertes und vernetztes Fahren sowie Lkw-Platooning, digitale HD-Kartenerfassung, Radarsensorik und Echtzeitkommunikation erprobt werden) oder der „Pilot EUREF-Campus: Autonomer Kleinbus-Shuttle“ (auf dem ein fahrerloser Minibus des Start-Ups Local Motors, bzw. seit Ende 2017 des französischen Fabrikanten EasyMile, als Personen-Shuttle im halböffentlichen Raum zum Einsatz kommt).

Im Rahmen von solchen und ähnlichen praxisnahen Aktivitäten werden voraussichtlich auch Wirkungen auf Raumstrukturen im Zusammenhang mit autonomem Fahren stärker an Bedeutung gewinnen – insbesondere, wenn künftig vermehrt Anwendungen auch in Städten erprobt werden. Bislang werden räumliche Aspekte noch wenig adressiert und vorhandene Arbeiten befassen sich mehrheitlich mit der Frage, wie Infrastrukturen und die gebaute Umwelt angepasst werden müssen, um autonome (bzw. automatisierte und vernetzte) Fahrzeuge zu integrieren (vgl. Chapin et al. 2016). Mit der Integration der Technik in das bestehende Verkehrssystem könnten dann, so die Annahmen, beispielsweise Verkehrsfluss und -sicherheit verbessert oder der Parkraumbedarf

in städtischen Gebieten verringert werden (vgl. Begg 2016, Pavone 2016, OECD/ITF 2015, Brownell und Kornhauser 2014, Wagner et al. 2014, Fagnant und Kockelman 2013). Nur wenige Arbeiten adressieren räumliche Aspekte des autonomen Fahrens über die direkten Wirkungen hinaus auch auf systemischer Ebene und nehmen damit den Zusammenhang zwischen Mobilität und gebauter Umwelt in den Blick – zum Beispiel über die Frage, ob durch die Nutzung autonomer Fahrzeuge künftig auch Wohnstandortentscheidungen beeinflusst werden und sich auf diese Weise langfristig siedlungsstrukturelle Veränderungen ergeben könnten (vgl. Heinrichs 2015). Auch Fragen danach, „auf welche Weise sich Automatisierung im Verkehr sinnvoll und ergänzend in vorhandene Infrastrukturen integrieren lässt oder, gleichermaßen wichtig, welche langfristigen Auswirkungen sie auf die Gestaltung und Nutzung städtischer Räume haben kann“ (Fraedrich et al. 2017: 50), werden derzeit noch kaum berücksichtigt.

Unter stärkerer Berücksichtigung räumlicher Aspekte im Zusammenhang mit autonomem Fahren sollten zukünftige Forschungen konkret insbesondere die folgenden Themenfelder adressieren:

| |
|--|
| <p>Implikationen des autonomen Fahrens auf kurz- und langfristige Mobilitätsentscheidungen: Im Rahmen von Testfeldern und Pilotprojekten sollte untersucht werden, wie NutzerInnen im Test befindliche autonome Fahrzeuge wahrnehmen und bewerten, wie sie mit ihnen interagieren und wie sie die Technik voraussichtlich in ihre bestehenden Mobilitäts- und Verkehrsverhaltensmuster integrieren werden.</p> <p>Ergebnisse einer repräsentativen quantitativen Online-Befragung haben ergeben, dass räumliche Merkmale wie unterschiedliche Raumstrukturtypen, Größe des Wohnortes, Einwohnerdichte, etc. einen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz des autonomen Fahrens (gemessen über Interesse, Nutzungsbereitschaft sowie die Bereitschaft, das derzeit bevorzugte Verkehrsmittel zu ersetzen) erkennen lassen. Die Auswertung dieser Ergebnisse läuft zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch⁴⁴ – aber es deutet sich bereits an, dass kaum pauschale Aussagen zum Zusammenhang zwischen dem Wohnort der Befragten und der Akzeptanz des autonomen Fahrens getroffen werden können. Weitere Untersuchungen könnten hier noch genauere und konkretere Erkenntnisse liefern.</p> <p>Studien, die sich mit dem Thema Wohnstandortwahl beschäftigen, haben immer wieder die Bedeutung von Pendelfahrtzeit, Einkommen und Lebenserhaltungskosten auf Wohnort- und Arbeitsplatzwahl hervorgehoben (vgl. Bhat und Guo 2007, So et al. 2001). Wenn im autonomen Fahrzeug künftig die Fahrtzeit durch die Möglichkeit, alternativen Tätigkeiten nachzugehen, eine andere Bedeutung erhält – und damit auch die Bereitschaft zunimmt, weitere Wege zurückzulegen (vgl. Milakis et al. 2017) – könnte dies auch einen Einfluss auf langfristige Mobilitätsentscheidungen wie die Wohnstandortwahl haben und damit siedlungsstrukturelle Veränderungen nach sich ziehen (vgl. Bahamonde Birke et al. 2017,</p> |
|--|

⁴⁴ Umfassende Ergebnisse der Studie zu Einstellungen zum autonomen Fahren und möglichen Wirkungen auf die Verkehrsmittelwahl aus NutzerInnensicht wurden unter Fraedrich et al. (2016) veröffentlicht. Regressionsmodellberechnungen, die auch räumliche Parameter in die Auswertung mit einbeziehen, sind zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit noch nicht abgeschlossen.

Heinrichs 2015, Silberg et al. 2012). Solche möglichen Einflussfaktoren sind bislang ebenfalls kaum umfassend untersucht worden und sollten bei weiteren Studien mehr Beachtung finden.

Einbindung kommunaler und zivilgesellschaftlicher Akteure vor dem Hintergrund von (oftmals langfristigen) kommunalen Planungsprozessen: Bislang waren kommunale Akteure in Deutschland noch kaum in Strategie- und Entwicklungsprozesse zum autonomen Fahren eingebunden und haben sich dementsprechend noch wenig mit dem Thema auseinandergesetzt, wie erste Ergebnisse einer Befragung von Stadt- und VerkehrsplanerInnen gezeigt haben (Fraedrich et al. 2017). Gleichzeitig stehen aber kommunale Zielvorstellungen (z.B. Stärkung des Umweltverbunds, Reduzierung des motorisierten Verkehrsaufwands) und die oben skizzierten möglichen Implikationen des autonomen Fahrens in einem Zusammenhang. Hier besteht dringender Forschungsbedarf, insbesondere auch, weil die Technik, wie die Zunahme der Test- und Pilotfelder in städtischen Räumen zeigt, mehr und mehr in die kommunalen Planungszeiträume rückt. Aus planerischer Sicht sind wesentliche Fragen zu Implikationen des autonomen Fahrens auf Stadt- und Raumstrukturen bisher noch nicht ausreichend beantwortet wurden: dementsprechend liegen auch noch kaum Handlungsempfehlungen vor, was insgesamt die Berücksichtigung der Entwicklungen zum autonomen Fahren in formale Planungsdokumente, wie z.B. Stadt- und Verkehrsentwicklungspläne erschwert.

Räumliche Differenzierung der Potenziale, Risiken und Wirkungen des autonomen Fahrens: Mögliche Potenziale des autonomen Fahrens werden in jüngster Zeit insbesondere im Zusammenhang mit der Entwicklung urbaner Ballungsräume diskutiert, z.B. wenn fahrerlose Straßenfahrzeuge als integraler Bestandteil des ÖPNV dazu beitragen könnten, multi- und intermodale Mobilität zu fördern, den Verkehrsfluss zu optimieren und den Flächenverbrauch zu verringern (vgl. Kagermann et al. 2017). Aber auch in ländlichen Regionen werden Chancen der Technik zunehmend in den Blick genommen: autonome, geteilte ÖV-Shuttles könnten Engpässen im regionalen Busverkehr entgegenwirken und so helfen, die Daseinsvorsorge zu sichern. Insgesamt stehen Forschungen zu diesen Themenfeldern aber noch am Anfang. Im Zusammenhang mit Akzeptanz aus Sicht von NutzerInnen autonomer Fahrzeuge für (räumlich differenzierte) Anwendungsfälle und Szenarien, VerkehrsteilnehmerInnen allgemein sowie kommunale PlanungsentscheiderInnen bieten Testfelder und Pilotversuche eine geeignete Möglichkeit, um die Technik ‚erfahrbar‘ zu machen und sie in ihrer Interaktion mit der bestehenden Umwelt zu erleben.

11 Literatur

- Aglietta, M. (1979): A Theory of Capitalist Regulation. The US Experience. London: Verso Classics.
- Ajzen, I. und Fishbein, M. (1980): Understanding Attitudes and predicting Social Behavior. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Aldana, K./ National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) (2013): U.S. Department of Transportation Releases Policy on Automated Vehicle Development. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/U.S.+Department+of+Transportation+Releases+Policy+on+Automated+Vehicle+Development> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Anderson, J., Kalra, N., Stanley, K., Sorenson, P., Samaras, C. und Oluwatola, O. (2014): Autonomous Vehicle Technology. A Guide for Policymakers. RAND Corporation. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR400/RR443-2/RAND_RR443-2.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Anonymous (2012): Freie Fahrt für Googles Roboter-Autos. In: BILD.de. Online-Dokument, verfügbar unter www.bild.de/digital/multimedia/google/google-autodarf-fahren-26404736.bild.html Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Anonymous (2012): Google's self-driving cars get license for test drive in Nevada. In: New York Daily News. Online-Dokument, verfügbar unter www.nydailynews.com/news/national/google-self-driving-cars-license-test-drive-nevada-article-1.1073991 Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Anonymous (2012): Kalifornien lässt fahrerlose Autos im Straßenverkehr zu. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung. Online-Dokument, verfügbar unter www.faz.net/aktuell/technik-motor/google-auto-kalifornien-laesst-fahrerlose-autos-im-strassenverkehr-zu-11904259.html Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Anonymous (2015): Dörndt plant Teststrecke für selbstfahrende Autos. In: FAZ.net. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/neue-mobilitaet/f-a-z-exklusiv-doerndt-plant-teststrecke-fuer-selbstfahrende-autos-13390268.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Asendorpf, D. (2016): Wir fahren Auto-Auto. In ZEIT Online. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.zeit.de/2015/36/autonomes-fahren-probleme/komplettansicht> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- AutoScout24 GmbH (2012): Unser Auto von morgen. In: Studie zu den Wünschen der Europäer an das Auto von morgen. Online-Dokument, verfügbar unter http://about.autoscout24.com/de-de/autopress/2012_as24_studie_auto_v_morgen_en.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.

- AutoScout24 GmbH (2012): Unser Auto von morgen. Studie zu den Wünschen der Europäer an das Auto von morgen. Online-Dokument, verfügbar unter http://about.autoscout24.com/de-de/au-press/2012_as24_studie_auto_v_morgen_en.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- AutoScout24 GmbH (2013): Unser Auto von morgen 2013/14. Online-Dokument, verfügbar unter http://about.autoscout24.com/de-de/au-press/2013_as24_studie_auto_v_morgen.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- AutoScout24 GmbH (2015): Unser Auto von morgen 2015. Einschätzungen, Wünsche, Visionen. Online-Dokument, verfügbar unter http://about.autoscout24.com/de-de/au-press/2015_as24_studie_auto_v_morgen.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Axsen, J. und Kurani, K.S. (2012): Interpersonal influence within car buyers' social networks: applying five perspectives to plug-in hybrid vehicles. In: *Environment and Planning A*. Vol. 44. S. 1047-1065.
- Bahamonde Birke, F., Kickhöfer, B., Heinrichs, D., und Kuhnimhof, T. (2016): A systemic view on autonomous vehicles: Policy aspects for a sustainable transportation planning. DLR Working Paper. Berlin.
- Barner, A., Bullinger, H.-J., Kagermann, H., Oetker, A., Ottenberg, K. und Weber, T. (2013): Perspektivenpapier der Forschungsunion. Wohlstand durch Forschung – Vor welchen Aufgaben steht Deutschland? Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft. Berlin.
- Becker, J. (2015): So schnell rostet Autoliebe nicht. In: *Süddeutsche.de*. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.sueddeutsche.de/auto/zukunft-des-fahrens-so-schnell-rostet-autoliebe-nicht-1.2285713> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Becker, J., Aranda Colas, M.-B., Nordbruch, S. und Fausten, M. (2014): Bosch's Vision and Roadmap Toward Fully Autonomous Driving. In: Meyer, G., Beiker, S. (Hrsg.): *Road Vehicle Automation*. Wiesbaden: Springer International Publishing. S. 49-59.
- Begg, D. (2014): A 2050 vision for London: what are the implications of driverless transport? *Transport Times*. London. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.transporttimes.co.uk/Admin/uploads/64165-transport-times_a-2050-vision-for-london_aw-web-ready.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Beiker, S. (2015a): Einführungsszenarien für höhergradig automatisierte Straßenfahrzeuge. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 197-217.
- Beiker, S. (2015b): Implementierung eines selbstfahrenden und individuell abrufbaren Personentransportsystems. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 287-307.

- Beiker, S. (2016): Deployment Scenarios for Vehicles with Higher-Order Automation. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, W. und Winner, H. (Hrsg.): *Autonomous Driving. Technical, Legal, and Societal Aspects*. Heidelberg: Springer Open. S. 193-211.
- Bergstad, C.J., Gamble, A., Hagman, O., Polk, M., Garling, T. und Olsson, L.E. (2011): Affective-symbolic and instrumental-independence psychological motives mediating effects of socio-demographic variables on daily car use. In: *Journal of Transport Geography*. Vol 19(1). S. 33–38.
- Berkhout, F., Smith, A. und Stirling, A. (2004): Socio-technological regimes and transition contexts. In: Elzen, B., Geels, F.W. and Green, K. (Hrsg.): *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*. Cheltenham: Edward Elgar. S. 48-75.
- Berkhout, F., Smith, A. und Stirling, A. (2003): Socio-technological regimes and transition contexts. In: *SPRU Electronic Working Paper Series* Vol. 106. S. 1-36.
- Berscheid, A.-L. (2016): Masculinity in Danger? Autonomous Cars as Cultural Challenge. In: *2025 AD*. Online-Dokument, verfügbar unter <https://www.2025ad.com/in-the-news/blog/automated-driving-and-masculinity/>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Bhat, C. und Guo, J. (2007): A comprehensive analysis of built environment characteristics on household residential choice and auto ownership levels. In: *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol. 41(5). S. 506-526.
- Biermann, K. (2012): Google: Kalifornien lässt autonome Autos auf die Straße. In: *Zeit Online*. Online-Dokument, verfügbar unter www.zeit.de/digital/mobil/2012-09/google-autonome-autos Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Blättel-Mink, B. (2006): *Kompendium der Innovationsforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- BMW (ohne Angabe): Traffic jam assistant. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.bmw.com/com/en/newvehicles/x/x5/2013/showroom/driver_assistance/traffic_jam_assistant.html#t=l Letzter Zugriff am 12.04.2017
- Böhm, S., Jones, C., Land, C. und Paterson, M. (2006): Introduction: Impossibilities of automobility. In: *The Sociological Review*. Vol. 54. S. 1-16.
- Bohnsack, R. (2010): *Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in qualitative Methoden*. 8. Aufl. Opladen und Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.
- Bohnsack, R. (2014): *Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in qualitative Methoden*. 9. Auflage. Stuttgart: Verlag Barbara Budrich.
- Bohnsack, R. und Schäffer, B. (2001): Das Gruppendiskussionsverfahren. In: Hug, T. (Hrsg.): *Wie kommt Wissenschaft zu Wissen? Band 2: Einführung in die Forschungsmethodik und Forschungspraxis*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren. S. 324-341.
- Bohnsack, R., Marotzki, W. und Meuser, M. (2011): *Hauptbegriffe qualitativer Sozialforschung*. Opladen, Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

- Bohnsack, R., Nentwig-Gesemann, I. und Nohl, A-M. (2013): Die dokumentarische Methode und ihre Forschungspraxis. Grundlagen qualitativer Sozialforschung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bosch (ohne Angabe): ESC Installation Rates Worldwide by New Car Registration”, Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.bosch.co.jp/en/press/pdf/rbjp-1009-02-01.pdf> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Bourdieu, P. und Wacquant L. J. D. (2013): Reflexive Anthropologie. 3. Aufl. Frankfurt a.M.: suhrkamp taschenbuch wissenschaft.
- Bratzel, S. (2015): Mobilitätschip statt eigenes Auto? In: Zeit Online. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.zeit.de/2015/23/autoindustrie-mobilitaetschip-deutsche-hersteller-innovation-wandel> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Brauck, M., Hawranek, D. und Schulz, T. (2016): Steuer frei. In: Der Spiegel 9/16. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-143351294.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Briggs, R. O., Adkins, M., Mittleman, D., Kruse, J., Miller, S. und Nunamaker Jr., J. F. (1998/1999): GSS Insights: A Look Back at the Lab, a Look Forward from the Field. In: Journal of Management Information Systems. Vol. 15(3). S. 151-195.
- Brownell, C., und Kornhauser, A. (2014): A driverless alternative: fleet size and cost requirements for a statewide autonomous taxi network in New Jersey. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. Vol. 2416. S. 73-81.
- Bull, M. (2001): Soundscapes of the Car: A Critical Ethnography of Automobile Habitation. In: Miller, D. (Hrsg.): Car Cultures. Oxford: Berg Publishers. S. 185-202.
- Bullis, K. (2011): How Vehicle Automation Will Cut Fuel Consumption. In: MIT Technology Review. <http://www.technologyreview.com/news/425850/how-vehicle-automation-will-cut-fuel-consumption/> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Bundesgesetzblatt (BGBl) (1977): Gesetz zu den Übereinkommen vom 6. November 1968 über den Straßenverkehr und über Straßenverkehrszeichen, zu den Europäischen Zusatzübereinkommen vom 1. Mai 1971 zu diesen Übereinkommen sowie zum Protokoll vom 1. März. 1973 über Straßenmarkierungen. BGBl. 809, Teil II, Nr. 39. Bonn.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2015): Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren. Leitanbieter bleiben, Leitmarkt werden, Regelbetrieb einleiten. Berlin.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2015b): Automatisiertes Fahren. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/Strasse/Automatisiertes-vernetztes-Fahren/automatisiertes-vernetztes-fahren.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.

- Bundesrat (2016): Entwurf eines Gesetzes zur Änderung der Artikel 8 und 39 des Übereinkommens vom 8. November 1968 über den Straßenverkehr. 243/16. Berlin.
- Burkart, T., Kleining, G. und Witt, H. (2010): Dialogische Introspektion. Ein gruppengestütztes Verfahren zur Erforschung des Erlebens. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Burns, L. (2013): Sustainable mobility: A vision of our transport future. In: Nature. Vol. 497. S. 181-182.
- Burzan, N. (2015): Mixed Methods Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren. In: Forum Qualitative Sozialforschung (FQS). Vol. 16(1). o.S.
- Büttner, R. (2012): Neues Gesetz in den USA: Kalifornien lässt autonome Pkw auf die Straßen. In: Spiegel Online. Online-Dokument, verfügbar unter www.spiegel.de/auto/aktuell/neues-gesetz-in-kalifornien-duerfen-autonome-auto-auf-die-strassen-a-857988.html Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Cain Miller, C. (2012): With a Push From Google, California Legalizes Driverless Cars. In: New York Times. Online-Dokument, verfügbar unter <https://bits.blogs.nytimes.com/2012/09/25/with-a-push-from-google-california-legalizes-driverless-cars/> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Caula, R. (2014): AKKA link&go 2.0 electric self-driving concept designed for future cities. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.designboom.com/technology/akka-linkgo-2-0-electric-driverless-concept-car-for-the-city-of-the-future-03-12-2014/>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Chapin, T., Stevens, L., Crute, J., Crandall, J., Rokyta, A. und Washington, A. (2016): Envisioning Florida's Future: Transportation and Land Use in an Automated Vehicle Automated Vehicle World. Tallahassee: Florida Department of Transportation.
- Chen, Q., Le Vine, S. und Polak, J. (2014): Generation Next. The changing travel habits of pre-driving age young people in Britain. London: The Royal Automobile Club Foundation (RAC).
- CityMobil2 (2012): CityMobil2. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.citymobil2.eu/en/>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Continental (2012): Continental Strategy Focuses on Automated Driving. Press Release. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_com_en/themes/press_releases/1_topics/automated-driving/pr_2012_12_18_automated_driving_en.html Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Continental (2013): Continental Mobilitätsstudie. Continental AG. Online Dokument, verfügbar unter [http://www.continental-corporation.com/www/download/pressportal_com_en/\(general/ov_automated_driv](http://www.continental-corporation.com/www/download/pressportal_com_en/(general/ov_automated_driv)

ing_en/ov_mobility_study_en/download_channel/pres_mobility_study_en.pdf
 Letzter Zugriff am 12.04.2017.

Continental (2015): Continental-Mobilitätsstudie 2015. Online-Dokument, verfügbar unter http://report.continental.com/report2014/service/download/docs/mobilitaetsstudie_2015_de.pdf
Letzter Zugriff am 12.04.2017.

Cresswell, T. (2006): *On the Move: Mobility in the Modern Western World*. London: Routledge.

Cresswell, T. (2010): Mobilities I: Catching up. In: Progress in Human Geography. Vol. 35(4). S. 550-558.

Creswell, J. (2014): Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. 4. Aufl. London: Sage..

Crocoll, S. (2012): Hilf mir, Kumpel. In: Süddeutsche.de. Online-Dokument, verfügbar unter www.sueddeutsche.de/auto/autos-die-sich-selbst-steuern-hilf-mir-kumpel-1.1479826 Letzter Zugriff am 12.04.2017.

Cyganski, R. (2015): Autonome Fahrzeuge und autonomes Fahren aus Sicht der Nachfragemodellierung. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 241-264.

Daimler (ohne Angabe): Mercedes-Benz Intelligent Drive – On the Road to Autonomous Driving. Avoiding Danger, Providing Timely Warning And Assisting. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.daimler.com/dccom/0-5-1210218-1-1462148-1-0-0-1210228-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.

Davis, F. D., Bagozzi, R. und Warshaw, P.R. (1989): User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. In: Management Science. Vol. 35(8). S. 982-1003.

De Haan, J. und Rotmans, J. (2011): Patterns in transitions: Understanding complex chains of change. In: *Technological Forecasting & Social Change*. Vol. 87. S. 90-102.

Degele, N. (2002): Einführung in die Techniksoziologie. Stuttgart: UTB.

Degenhardt, W. (1986): Akzeptanzforschung zu Bildschirmtext – Methoden und Ergebnisse. München: Fischer.

Dehais, F., Causse, M., Vachon, F., und Tremblay, S. (2012): Cognitive conflict in human–automation interactions: A psychophysiological study. In: *Applied Ergonomic*. Vol. 43(3). S. 588–595.

Deloitte (2011): Gaining speed: Gen Y in the Driver's Seat. Third Annual Deloitte Automotive Generation Y Survey. Online-Dokument, verfügbar unter <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us->

- man-automotive-2011-deloitte-automotive-gen-y-executive-summary-012011.pdf
 Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Die Bundesregierung (2017): Automatisiertes Fahren auf dem Weg. Online-Dokument, verfügbar unter
<https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2017/01/2017-01-25-automatisiertes-fahren.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Diem, W. (2013): Driver Assistance to Driverless Cars: Technologies, Challenges and Outlook. Autelligence Limited.
- Dienel, H.-L. und Trischler, H. (Hrsg.) (1997): Geschichte der Zukunft des Verkehrs. Verkehrskonzepte von der Frühen Neuzeit bis zum 21. Jahrhundert. Deutsches Museum: Beiträge zur Historischen Verkehrsforschung. Frankfurt a.M., New York: Campus Verlag.
- Doll, N. (2012): Selbstlenkendes Auto kommt schneller als man denkt. In: Die Welt. Online-Dokument, verfügbar unter
www.welt.de/wirtschaft/article109473825/Selbstlenkendes-Auto-kommt-schneller-als-man-denkt.html#disqus_thread Letzter Zugriff am, 12.04.2017.
- Dougherty, C. (2015): Hoping Google's Lab Is a Rainmaker. In: The New York Times. Online-Dokument, verfügbar unter
<http://www.nytimes.com/2015/02/16/business/google-aims-for-sky-but-investors-start-to-clamor-for-profits.html>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Dreesen, P., Kumięga, Ł. und Spieß, C. (2012): Mediendiskursanalyse. Diskurse - Dispositive - Medien – Macht. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Drosdowski, G. (1993): Duden. Das große Wörterbuch der deutschen Sprache. Vol. 1. Mannheim: Dudenverlag.
- e-mobil BW GmbH (2015). Automatisiert. Vernetzt. Elektrisch. Potenziale innovativer Mobilitätslösungen für Baden-Württemberg. Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie. Stuttgart.
- European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC) (2013): Multi-Annual Implementation Plan for Horizon 2020. Online-Dokument, verfügbar unter
http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id20/ertrac-map-h2020_67.pdf
 Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Kagermann, H., Gaus, N., Hauck, J., Beyerer, J., Wahlster, W. und Brackemann, H. (2017): Autonome Systeme – Chancen und Risiken für Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft. Fachforum Autonome Systeme im Hightech-Forum. Abschlussbericht – Langversion. Berlin.
- Fagnant, D. und Kockelman, K. (2013): Preparing a Nation for Autonomous Vehicles: Opportunities, Barriers and Policy Recommendations for Capitalizing on Self-Driven Vehicles. William P. Eno Paper. Online-Dokument, verfügbar unter
http://www.cae.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/ENOREport_BCAofAVs.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.

- Färber, B. (2015): Kommunikationsprobleme zwischen autonomen Fahrzeugen und menschlichen Fahrern. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 127-146.
- Fehrenbacher, K. (2013): Zappos CEO rethinks urban transportation in Vegas with 100 Tesla Model S cars. In: Gigaom. Online-Dokument, verfügbar unter <https://gigaom.com/2013/04/03/zappos-ceo-rethinks-urban-transportation-in-vegas-with-100-tesla-model-s-cars/>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Feige, I. und Kuhnimhof, T. (2013): 'Mobility Y' – The Emerging Travel Patterns of Generation Y. München: Institute for Mobility Research (ifmo).
- Flämig, H. (2015): Autonome Fahrzeuge und autonomes Fahren im Bereich der Gütertransporte. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 377-398.
- Flick, U. (2011): *Triangulation. Eine Einführung*. 3. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Foucault, M. (1980): *Power/Knowledge. Selected Interviews and Other Writings 1972-1977*. New York City: Pantheon Books.
- Fox, W.M. (1995): Sociotechnical System Principles and Guidelines: Past and Present. In: *Journal of Applied Behavioral Science*. Vol. 31. S. 91-105.
- Fraedrich, E. und Lenz, B. (2014): Automated Driving – Individual and Societal Aspects. In: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. Vol. 2416(2). S. 64-72.
- Fraedrich, E. und Lenz, B. (2016a): Societal and Individual Acceptance of Autonomous Driving. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, W. und Winner, H. (Hrsg.): *Autonomous Driving. Technical, Legal, and Societal Aspects*. Heidelberg: Springer Open. S. 621-640.
- Fraedrich, E. und Lenz, B. (2016b): Taking a Drive, Hitching a Ride: Autonomous Driving and Car Usage. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, W. und Winner, H. (Hrsg.): *Autonomous Driving. Technical, Legal, and Societal Aspects*. Heidelberg: Springer Open. S. 665-685.
- Fraedrich, E. und Lenz, B. (2015a): Gesellschaftliche und individuelle Akzeptanz des autonomen Fahrens. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 639-660.
- Fraedrich, E. und Lenz, B. (2015b): Vom (Mit-)Fahren: autonomes Fahren und Autonutzung. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 687-708.

- Fraedrich, E., Beiker, S., und Lenz, B. (2015): Transition pathways to fully automated driving and its implications for the sociotechnical system of automobility. In: European Journal of Futures Research, Vol. 3(11). S. 1-11.
- Fraedrich, E., Cyganski, R., Wolf, I. und Lenz, B. (2016): User Perspectives on Autonomous Driving. A Use-Case-Driven Study in Germany. Arbeitsberichte des Geographischen Instituts. Humboldt-Universität zu Berlin. Heft 187.
- Fraedrich, E., Kröger, L., Bahamonde Birke, F., Frenzel, I., Liedtke, G., Trommer, S., Lenz, B. und Heinrichs, D. (2017): Chancen nutzen – Risiken erkennen. Auswirkungen des automatisierten Fahrens auf Personen- und Güterverkehr, auf den Modal Split und das Verkehrssystem. E-mobil BW. Stuttgart.
- Freundendahl-Pedersen (2007): Mobility, Motility and Freedom: The Structural Story as Analytical Tool for Understanding the Interconnection. In: Swiss Journal of Sociology. Vol. 33(1). S. 27-43.
- Freund, P. und Martin, G. (2007): Hyperautomobility, the social organization of space and health. In: Mobilities. Vol. 2. S. 37-49.
- Friedrich, B. (2015): Verkehrliche Wirkung autonomer Fahrzeuge In: Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 331-350.
- Frost & Sullivan (2006): Customer Desirability and Willingness to Pay Active and Passive Safety Systems in Canada.
- Fung, B. (2014): The future of Google's driverless car is old people. In: The Washington Post. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.washingtonpost.com/blogs/the-switch/wp/2014/05/28/the-future-of-googles-driverless-car-is-old-people/> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Gasser T. et al. (2012): Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Unterreihe „Fahrzeugsicherheit“. Heft F 83. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Gasser, T. (2015): Grundlegende und spezielle Rechtsfragen für autonome Fahrzeuge. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 543-574.
- Gasser, T. et al. (2015): Bericht zum Forschungsbedarf. Runder Tisch Automatisiertes Fahren. AG Forschung. Online-Dokument, verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-forschungsbedarf-runder-tisch-automatisiertes-fahren.pdf?__blob=publicationFile. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Gather, M., Kagermaier, A. und Lanzendorf, M. (2008): Geographische Mobilitäts- und Verkehrsforschung. Berlin: Gebr. Borntraeger.
- Geels, F. (2005a): Technological transitions and system innovations, A Co-Evolutionary and Socio-Technical Analysis. Cheltenham: Edward Elgar, Cheltenham.

- Geels, F. (2005b). The Dynamics of Transitions in Socio-technical Systems : A Multi-level Analysis of the Transition Pathway from Horse-drawn Carriages to Automobiles. In: *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 17 (4). S. 445–476.
- Geels, F. (2010): Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. In: *Research Policy* Vol. 39(4). S. 495–510.
- Geels, F. (2011): The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* Vol. 1. S. 24-40.
- Geels, F. und Schot, J. (2007): Typology of sociotechnical transition pathways. In: *Research Policy*. Vol. 36(3). S. 399-417.
- Geels, F., Kemp, R., Dudley, G. und Lyons, G. (2012): *Automobility in Transition? – A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport*. New York: Routledge.
- Genus, A. und Coles, A. (2008): Rethinking the multi-level perspective of technological transitions. In: *Research Policy*. Vol. 37. S. 1436-1445.
- Genus, A. und Coles, A-M. (2007): A Critique of Geels' Multi-level Perspective of Technological Transition. In: *International Summer Academy on Technology Studies – Transforming the Energy System*. S. 1–18.
- Gerdes, C. und Thornton, S. (2015): Implementable Ethics for Autonomous Vehicles. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 87-102.
- Gerhold, L., Holtmannspötter, D., Neuhaus, C., Schüll, E., Schulz-Montag, B., Steinmüller, K.-H. und Zweck, A. (2015): *Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Giddens, A. (1984): *The constitution of society: outline of the theory of structuration*. Cambridge: Polity Press.
- Gilroy, P. (2001): Driving While Black. In: Miller, D. (Hrsg.): *Car Cultures*. Oxford: Berg Publishers. S. 81-104.
- Goodwin, K. J. (2010): Reconstructing Automobility: The Making and the Breaking of Modern Transportation. In: *Global Environmental Politics*. Vol. 10. S. 60-78.
- Google (o.A.): Google Self-Driving Car Project. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.google.com/selfdrivingcar/>. Letzter Zugriff am 26.06.2015.
- Groeben, N. (2006): Gibt es Wege aus der selbstverschuldeten Irrelevanz des qualitativen Offstreams? In: *Forum Qualitative Sozialforschung*. Vol. 7(4). Art. 34.
- Grunwald, A. (2005): Zur Rolle von Akzeptanz und Akzeptabilität von Technik bei der Bewältigung von Technikkonflikten. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*. Vol. 14 (3). S. 54–60.

- Grunwald, A. (2015): Gesellschaftliche Risikokonstellation für autonomes Fahren – Analyse, Einordnung und Bewertung. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 661-685.
- Guerra, E. (2016): Planning for cars that drive themselves: metropolitan planning organizations, regional transportation plans, and autonomous vehicles. In: Journal of Planning, Education and Research. Vol. 36(2). S. 210-224.
- Gygax, P., Gabriel, U., Sarrasin, O., Oakhill, J. und Garnham, A. (2008): Generically intended, but specifically interpreted: When beauticians, musicians, and mechanics are all men. In: Language and Cognitive Processes. Vol. 23(3). S. 464-485.
- Habermas, J. (1981): Theorie des kommunikativen Handelns. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Hall, S. (1980): Cultural studies: two paradigms. In: Media, Culture and Society. Vol. 2. S. 57-72.
- Harttmann, C. (2017): Autonomes Fahren: Goodyear legt Studie zur Akzeptanz vor. In: Transport online. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.transport-online.de/Transport-News/Wirtschaft-Politik/16575/Autonomes-Fahren-Goodyear-legt-Studie-zur-Akzeptanz-vor> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Hasse, M. (1998): Know-how ohne Know why: Das Internet als virtuelles Akzeptanzobjekt. In: Lucke, D. und Hasse, M. (Hrsg.): Annahme verweigert: Beiträge zur soziologischen Akzeptanzforschung. Wiesbaden: Springer Fachmedien. S. 187–213.
- Häußermann, H. (2012): Review zu Löw, M. Soziologie der Städte (2008). In: Soziologische Revue. Vol. 35(1). S. 71-74.
- Heide, A und Henning, K. (2006): The “cognitive car”: A roadmap for research issues in the automotive sector. In: Annual Reviews in Control. Vol. 30(2). S. 197–203.
- Heinrichs, D. (2015): Autonomes Fahren und Stadtstruktur. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 219-240.
- Heiskanen, E., Hodson, M., Mourik, R.M. et al. (2008): Factors influencing the societal acceptance of new energy technologies: Meta-analysis of recent European projects. Energy research Centre of the Netherlands.
- Hengstenberg, M. (2012): Automatisiertes Fahren: Kein Mensch am Steuer? Ungeheuer! In: Spiegel Online. Online-Dokument, verfügbar unter www.spiegel.de/auto/aktuell/automatisiertes-fahren-2025-fahren-autos-selbststaendig-a-873582.html Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Hengstenberg, M. (2017): Regierung beschließt Autopilot-Gesetz. In: Spiegel Online. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/autonomes-fahren-regierung-beschliesst-autopilot-gesetz-a-1131675.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.

- Highly Automated Vehicles of Intelligent Transport (HAVEit) (o.A.): Project, part of the 7th RTD Framework Programme of the European Union (FP7-ICT – Information and Communication Technologies). Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.haveit-eu.org>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Hirschman, E.C. (1981): Comprehending Symbolic Consumption: Three Theoretical Issues. In: Hirschman, E.C. and Holbrook, M.B. (Hrsg.): SV - Symbolic Consumer Behavior. New York: Association for Consumer Research. S. 4-6.
- Hitzler, R. (2002): Sinnrekonstruktion. Zum Stand der Diskussion (in) der deutschsprachigen interpretativen Soziologie. In: Forum Qualitative Sozialforschung. Vol. 3(2). Art. 7.
- Hoffmann-Riem, C. (1980): Die Sozialforschung in einer interpretativen Soziologie. Der Datengewinn. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie. Vol. 32(2). S. 339-372.
- Hönle, S. (2015): Connected & Automated Driving. In: ERTRAC 2015 Annual Conference. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.ertrac.org/uploads/documents_publications/2015%20Conference%20presentations/Bosch.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Hopkins, D. und Stephenson, J. (2014): Generation Y mobilities through the lens of energy cultures: a preliminary exploration of mobility cultures. In: Journal of Transport Geography. Vol. 38. S. 88-91.
- Hucko, M. (2015): Verkehrsplanung: "Selbstfahrende Autos sind eine Chance für die Stadt". In: Spiegel Online. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/autonomes-fahren-chance-fuer-die-stadt-a-997393.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Hughes, T. P. (1987): The evolution of large technological systems. In: Bijker, W.E., Hughes, T. P. und Pinch, T. (Hrsg.): The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology. Cambridge: The MIT Press. S. 51–82.
- Hunecke, M. (2006): Zwischen Wollen und Müssen. Ansatzpunkte zur Veränderung der Verkehrsmittelnutzung. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis. Vol. 3(15). Pp. 31-37.
- Hüsing, B., Bierhals, R., Bühlren, B., Friedewald, M., Kimpeler, S., Menrad, K. und Zoche, P. (2002): Technikakzeptanz und Nachfragemuster als Standortvorteil. Fraunhofer ISI. Karlsruhe.
- Ingram, A. (2014): Nokia Joins Autonomous Car Development With \$100M Fund. In: Motorauthority. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.motorauthority.com/news/1091948_nokia-joins-autonomous-car-development-with-100m-fund. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Jäger, M. und Jäger, S. (2007): Deutungskämpfe. Theorie und Praxis Kritischer Diskursanalyse. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Joas, H. und Knöbl, W. (2004): Sozialtheorie: Zwanzig einführende Vorlesungen. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Kagermann, H., Gaus, N., Hauck, J., Beyerer, J., Wahlster, W. und Brackemann, H. (2017): Autonome Systeme – Chancen und Risiken für Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft. Fachforum Autonome Systeme im Hightech-Forum. Abschlussbericht – Langversion. Berlin.
- Kent, J. (2014): Driving to save time or saving time to drive? The enduring appeal of the private car. In: Transportation Research Part A. Vol. 65. S. 103-115.
- Kent, J. (2015): Still Feeling the Car – the role of comfort in sustaining private car use. In: Mobilities. Vol. 10(5). S. 726-747.
- Kent, J. und Dowling, R. (2016): The future of paratransit and DRT: Introducing cars on demand. In: Mulley, C. and J.D. Nelson (Hrsg.): Paratransit: Shaping the Flexible Transport Future. Bingley: Emerald Group Publishing Limited. S. 391-412.
- Khan, A., Bacchus, A. und Erwin, S. (2012): Policy challenges of increasing automation in driving. In: IATSS Research. Vol. 35(2). S. 79–89.
- Knoblauch, H. (1996): Kommunikative Lebenswelt. Ethnographien einer geschwätzigen Gesellschaft. Konstanz: UVK.
- Koch, M. (2012): Computer am Steuer ist noch ungeheuer. In: Süddeutsche Zeitung Online. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.sueddeutsche.de/auto/fahren-ohne-fahrer-computer-am-steuer-ist-noch-ungeheuer-1.1380556> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Kolawole, E. (2012): A win for Google's driverless car: Calif. governor signs a bill regulating autonomous vehicles. In: Washington Post. Online-Dokument, verfügbar unter www.washingtonpost.com/blogs/innovations/post/a-win-for-googles-driverless-car-calif-governor-signs-a-bill-regulating-autonomous-vehicles/2012/09/25/77bd3652-0748-11e2-a10c-fa5a255a9258_blog.html Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Kollmann, T. (1998): Akzeptanz innovativer Nutzungsgüter und -systeme: Konsequenzen für die Einführung von Telekommunikations- und Multimediasystemen. In: Reihe Neue betriebswirtschaftliche Forschung. Vol. 239. Wiesbaden: Gabler.
- KPMG International and Center for Automotive Research (CAR) (2012): Self-driving cars: The next revolution. Online-Dokument, verfügbar unter <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/07/self-driving-cars-talkbook.pdf> Letzter Zugriff 12.04.2017.
- Kröger, F. (2012): Fahrerlos und unfallfrei. Eine frühe automobile Technikutopie und ihre populärkulturelle Bildgeschichte. In: In: Fraunholz, U. und Woschech, A. (Hrsg.): Technology Fiction, Technische Visionen und Utopien in der Hochmoderne. Bielefeld: Transcript Verlag. S. 93–114.
- Kröger, F. (2015): Das automatisierte Fahren im gesellschaftsgeschichtlichen und kulturwissenschaftlichen Kontext. In: Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. und

- Winner, H. (Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 41-68.
- Kröger, M. (2012): Autonomes Fahren: Google-Auto erhält Straßenzulassung. In: Spiegel Online. Online-Dokument, verfügbar unter www.spiegel.de/auto/aktuell/google-strassenzulassung-fuer-autonomes-auto-a-831920.html Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Kruse, P. (2009): Ein Kultobjekt wird abgewrackt. In: nextpractice. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.nextpractice.de/media-index/ein-kultobjekt-wird-abgewrackt.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Kubitzki, J. (2014): Jung und urban. Sicherheit und Mobilität 18-24-Jähriger im motorisierten Straßenverkehr. München: Allianz Deutschland AG.
- Kuckartz, U. (2014): Mixed methods. Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kuhnimhof, T., R. Buehler, D., Kalinowska, M. und Wirtz (2012): Travel trends among young adults in Germany: increasing multimodality and declining car use for men. In: Journal of Transport Geography. Vol.24. S. 443-450.
- Kyriakidis, M., Happee, R. und de Winter, J. (2015): Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior. Vol. 32. S. 127-140.
- Latour, B. (1996): Aramis, or the love of technology. Cambridge: Harvard University Press.
- Latour, B. (2005): Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory. Oxford: Oxford University Press.
- Laurier, E. und Dant, T. (2012): What We Do Whilst Driving: Towards the Driverless Car. In: Grieco, M. und Urry, J. (Hrsg.): Mobilities: New Perspectives on Transport and Society. Hampshire: Ashgate. S. 223-244.
- Le Vine, S. und Polak, J. (2014): Automated Cars: A smooth ride ahead? ITC Occasional Paper. Number Five. In: Independent Transport Commission (ITC). Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.theitc.org.uk/docs/114.pdf>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Leech, J., Whelan, G. und Bhaiji, M. (2015): Connected and Autonomous Vehicles – The UK Economic Opportunity. In: KPMG. Online-Dokument, verfügbar unter <https://www.smmmt.co.uk/wp-content/uploads/sites/2/CRT036586F-Connected-and-Autonomous-Vehicles-%E2%80%93-The-UK-Economic-Opportu...1.pdf> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Lenz, B. und Fraedrich, E. (2015): Neue Mobilitätskonzepte und autonomes Fahren: Potenziale der Veränderung. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 175-196.

- Lenz, B. und Fraedrich, E. (2016): New Mobility Concepts and Autonomous Driving: The Potential for Change. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, W. und Winner, H. (Hrsg.): Autonomous Driving. Technical, Legal, and Societal Aspects. Heidelberg: Springer Open. S. 173-191.
- Lin, P. (2015): Why Ethics Matters for Autonomous Vehicles. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 69-86.
- Litman, T. (2015): Autonomous Vehicle Implementation Predictions – Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute. Online-Dokument verfügbar unter <http://www.vtpi.org/avip.pdf> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Littig, B. und Wallace, C. (1997): Möglichkeiten und Grenzen von Fokus-Gruppendiskussionen für die sozialwissenschaftliche Forschung. In: Reihe Soziologie, Institut für Höhere Studien (IHS), Abtl. Soziologie, Nr. 21. Wien.
- Loos, P. und Schäffer, B. (2001): Das Gruppendiskussionsverfahren. Opladen: Leske + Budrich.
- Lübbehüsen, H. (2015): Die Akzeptanz steigt – Umfrage: Autonomes Fahren. In: Rhein-Zeitung Online. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.rhein-zeitung.de/ratgeber/ratgeber-auto-verkehr/autonews_artikel,-die-akzeptanz-steigt-umfrage-autonomes-fahren-_arid,1291227.html Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Lucke, D. (1995): Akzeptanz: Legitimität in der Abstimmungsgesellschaft. Opladen: Leske+Budrich.
- Lyons, G. (2012): Visions for the Future and the Need for a Social Science Perspective in Transport Studies. In: Geels, F., Kemp, R., Dudley, G. und Lyons, G. (Hrsg.): Automobility in Transition? – A Socio-Technical Analysis of Sustainable Transport, New York: Routledge. S. 29-48.
- Maciejewski, M. und Bischoff, J. (2016): Congestion effects of autonomous taxi fleets. In VSP working paper. S. 16-11. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.vsp.tu-berlin.de/publications> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- MacVaugh, J. und Schiavone, F. (2010): Limits to the diffusion of innovation: A literature review and integrative model. In: European Journal of Innovation Management. Vol. 13(2). S. 197-221.
- Maier, F. (2015): Mehr Akzeptanz für das selbstfahrende Auto. In: Computerwoche. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.computerwoche.de/a/mehr-akzeptanz-fuer-das-selbstfahrende-auto,3096329> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Manderscheid, K. (2012): Automobilität als raumkonstituierendes Dispositiv der Moderne. In: Füller, H. und Michel, B. (Hrsg.): Die Ordnung der Räume. Geographische Forschung im Anschluss an Michel Foucault. Münster: Westfälisches Dampfboot. S. 145-178.

- Manderscheid, K. (2014): The Movement Problem, the Car and Future Mobility Regimes: Automobility as Dispositif and Mode of Regulation. In: *Mobilities*. Vol. 9. S. 604-626.
- Manderscheid, K. (2016a): Mobile Ungleichheiten. Eine sozial- und infrastrukturelle Differenzierung des Mobilitätstheorems. In: *Österreichische Zeitschrift für Soziologie*. Vol. 41(1). S. 71-96.
- Manderscheid, K. (2016b): Who does the move? Affirmation or deconstruction of the solitary mobile subject. In: Endres, M., Manderscheid, K., and Mincke, C. (ed.): *The Mobilities Paradigm. Discourses and Ideologies*. Milton Park a.o.: Routledge. S. 91-113.
- Mannheim, K. (1964): *Wissenssoziologie*. Neuwied: Luchterhand.
- Mannheim, K. (1980): *Strukturen des Denkens*. Frankfurt a.M.: suhrkamp taschenbuch wissenschaft.
- Matthaei, R., Reschka, A., Rieken, J., Dierkes, F., Ulbrich, S., Winkle, T. und Maurer, M. (2015): Autonomes Fahren, In: Winner, H., Hakuli, S., Lotz, F. und Singer, C. (Hrsg.): *Handbuch Fahrerassistenzsysteme*. 3. Aufl. Wiesbaden: Vieweg Teubner. S. 1146–1168.
- Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) (2015): *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Maurer, M., Gerdes, J.C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) (2016): *Autonomous Driving. Technical, Legal and Social Aspects*. Heidelberg: Springer Open.
- Mayring, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 11 Aufl. Weinheim und Basel: Beltz.
- McBride, B. (2016): Vehicle Sales: Fleet Turnover Ratio. In: *Calculated Risk*. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.calculatedriskblog.com/2016/08/vehicle-sales-fleet-turnover-ratio.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Mey, G. und Mruck, K. (Hrsg.) (2010): *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Milakis, D., van Arem, B. und van Wee, B. (2017): Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. In: *Journal of Intelligent Transportation Systems. Technology, Planning, and Operations*. S. 1-25.
- Milton Keynes (2014): Driverless Pods: First three to arrive in Milton Keynes in March - and fleet of 40 will follow soon after. In: *MK News*. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.mkweb.co.uk/DRIVERLESS-PODS-arrive-Milton-Keynes-March/story-25155183-detail/story.html>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.

- Minx, E. und Dietrich, R. (2016): Foreword. In: Maurer, M., Gerdes, J.C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.): *Autonomous Driving. Technical, Legal and Social Aspects*. Heidelberg: Springer Open. S. v-vii.
- Minx, E. und Dietrich, R. (2015): Geleitwort. In: Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.): *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. V-VII.
- Morton, C., Schuitema, G. und Anable, J. (2011): Electric vehicles: Will consumers get charged up? In: 43rd Annual UTSG Conference. Milton Keynes: Open University. S. 1–13.
- Neil, D. (2012): Who's Behind the Wheel? Nobody. In: *The Wall Street Journal*. Online-Dokument, verfügbar unter <https://www.wsj.com/articles/SB10000872396390443524904577651552635911824#> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Netzwerk Zukunftsforschung (2015): Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung. Eine Handreichung für Wissenschaft und Praxis. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.ewi-psy.fu-berlin.de/v/master-zukunftsforschung/_media/Faltblatt_ZukunftsforschungW2.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Nissan (2013): Nissan Announces Unprecedented Autonomous Drive Benchmarks. Press Release. Online-Dokument, verfügbar unter <http://nissannews.com/en-US/nissan/usa/releases/nissan-announces-unprecedented-autonomous-drive-benchmarks> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- O'Reilly, K. (2009): Focus Groups and Group Discussion. In: O'Reilly, K. (Hrsg.): *Key Concepts in Ethnography*. London: Sage Publication. S. 78-81.
- OECD/ITF (2015): Urban Mobility System Upgrade. How shared self-driving cars could change city traffic. International Transportation Forum. Paris. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.itfoecd.org/sites/default/files/docs/15cpb_self-drivingcars.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), International Transport Forum (2013): Long-run Trends in Car Use. In: ITF Round Tables No. 152, OECD Publishing/ITF. Online-Dokument, verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1787/9789282105931-en>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Ory, D. und Mokhtarian, P. (2005): When is getting there half the fun? Modeling the liking for travel. *Positive Utility of Travel*. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 39(2-3). S. 97–123.
- Parasuraman, R. und Manzey, D. (2010): Complacency and Bias in Human Use of Automation: An Attentional Integration. In: *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. Vol. 52(3). S. 381–410.
- Pavone, M. (2015): Autonomous Mobility-on-Demand Systems for Future Urban Mobility. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.): *Autonomes*

- Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 387-404.
- Payre, W., Cestac, J. und Delhomme, P. (2014): Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior. Vol. 27(B). S. 252-263.
- Petermann, T. und Scherz, C. (2005): TA und (Technik-)Akzeptanz(-forschung). In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis. Vol. 3(14). S. 45-53.
- Peters, A., und Dütschke, E. (2010): Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Analyse aus Expertensicht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.forum-elektromobilitaet.ch/fileadmin/DATA_Forum/Publikationen/FSEM_2011-Ergebnisbericht_Experteninterviews_t.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Priemer, B. (2014): Neue Alternativen und stärkere Verzahnung. In: auto, motor und sport. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.auto-motor-und-sport.de/news/mobilitaet-von-morgen-neue-alternativen-und-staerkere-verzahnung-8913944.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Przyborski A. und Slunecko, T. (2010): Dokumentarische Methode. In: Mey, G. und Mruck, K. (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 627-642.
- Przyborski, A. (2004): Gesprächsanalyse und dokumentarische Methode. Qualitative Auswertung von Gesprächen, Gruppendiskussionen und anderen Diskursen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Przyborski, A. und Riegler, J. (2010): Gruppendiskussion und Fokusgruppe. In: Mey, G. and Mruck, K. (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 436-448.
- Pyper, J. (2014): Self-Driving Cars Could Cut Greenhouse Gas Pollution. In: Scientific American. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.scientificamerican.com/article/self-driving-cars-could-cut-greenhouse-gas-pollution/> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Rähm, J. (2016): Auf dem Weg zum gläsernen Autofahrer. In: Deutschlandfunk. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.deutschlandfunk.de/datensammelwut-auf-dem-weg-zum-glaesernen-autofahrer.724.de.html?dram:article_id=371200 Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Rajan, S. (2006): Automobility and the Liberal Disposition. In: Sociological Review. Vol. 54. S. 113-129.
- Rammler, S. (2015): Doppelter Fahrerwechsel in der Autobranche. In: Zeit Online. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.zeit.de/mobilitaet/2015-02/apple-google-auto-digitalisierung> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Ramsey, M. (2015): Carnegie Mellon Reels After Uber Lures Away Researchers. In: The Wall Street Journal. Online-Dokument, verfügbar unter

- <http://www.wsj.com/articles/is-uber-a-friend-or-foe-of-carnegie-mellon-in-robotics-1433084582>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Reckwitz, A. (2002): Toward a theory of social practices: a development in culturalist theorizing. In: *European Journal of Social Theory*. Vol. 5(2). S. 243-263.
- Renn, O. (2005): Technikakzeptanz: Lehren und Rückschlüsse der Akzeptanzforschung für die Bewältigung des technischen Wandels. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*. Vol. 14. S. 29–38.
- Rogers, E. (2003): *Diffusion of Innovation*. 5. Aufl., New York: Free Press.
- Rotmans, J., Kemp, R. und van Asselt, M. (2001): More evolution than revolution: Transition management in public policy. In: *Foresight*. Vol. 03(01). S. 15-31.
- Rupp, J. D. und King, A. G. (2010): Autonomous Driving – A Practical Roadmap. In: SAE International. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.fujitsu.com/downloads/MICRO/fma/marcom/convergence/data/papers/2010-01-2335.pdf>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- SAE International (2014): Automated Driving Levels of Driving Automation are Defined in New SAE International Standard J3016. In: SAE International. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- SAE International (2014): Automated driving levels of driving automation are defined in New SAE International Standard J3016. SAE International.
- Sauer, A., Luz, F., Suda, M. und Weiland, U. (2005): Steigerung der Akzeptanz von FFH-Gebieten. Bundesamt für Naturschutz. BfN-Skripten 144. München.
- Schaefer, S. (2012): Talk Back: Should California allow self-driving cars? In: *Los Angeles Times*. Online-Dokument, verfügbar unter <http://latimesblogs.latimes.com/lanow/2012/09/talk-back-california-self-driving-cars.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Schäfer, M., Keppler, D. (2013): Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung. Überblick und Reflexion am Beispiel eines Forschungsprojekts zur Implementierung innovativer technischer Energieeffizienz-Maßnahmen. Discussion Paper. In: Zentrum Technik und Gesellschaft, Berlin. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.tu-berlin.de/fileadmin/f27/PDFs/Discussion_Papers/Akzeptanzpaper__end.pdf. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Scheiner, J. (2016): Verkehrsgeneseforschung: Wie entsteht Verkehr?. In: Schwedes, O., Canzler, W. and Knie, A. (Hrsg.): *Handbuch Verkehrspolitik*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 679-700.
- Schier, M., Tino S. und Montanari, G. (2015): The Logic of Multi-local Living Arrangements: Methodological Challenges and the Potential of Qualitative Approaches. In: *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*. Vol. 106(4). S. 425-438.

- Schirmer, D. (2016): Beverly Hills Staff Report. Request by Mayor Hirsch Seeking City Council Support for the Development of an Autonomous Vehicle program That Includes a City-Sponsored Forum at the Annenberg Center. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.beverlyhills.org/cbhfiles/storage/files/148071911817855902/StaffReportAVs3-22-16.pdf> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Schirrmeister, M. (2014): Controversial futures – discourse analysis on utilizing the “fracking” technology in Germany. In: European Journal of Futures Research. Vol. 2(38). S. 1-9.
- Schlag, B. und Schade, J. (2007): Psychologie des Mobilitätsverhaltens. In: Aus Politik und Zeitgeschichte. Vol. 29(30). S. 27-32.
- Schlott, S. (2015): Viele Fragezeichen um das autonome Fahren. In: Springer Professional. Online-Dokument, verfügbar unter <https://www.springerprofessional.de/fahrzeugtechnik/automatisiertes-fahren/viele-fragezeichen-um-das-autonome-fahren/7069376> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Schneidewind, U. und Scheck, H. (2013): Die Stadt als „Reallabor“ für Systeminnovationen. In: Rückert-John, J. (Hrsg.): Soziale Innovation und Nachhaltigkeit. Perspektiven sozialen Wandels. Wiesbaden: Springer VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 229-248.
- Schoettle, B., und Sivak, M. (2014): A Survey of Public Opinion about Autonomous and Self-Driving Vehicles in the U.S., U.K., and Australia. UMTRI-2014-21. University of Michigan. Ann Arbor.
- Schön, S., Nölting, B. und Meister, M. (2004): Konstellationsanalyse. Ein interdisziplinäres Brückenkonzept für die Technik-, Nachhaltigkeits- und Innovationsforschung. Discussion Paper 12. Berlin: Zentrum für Technik und Gesellschaft.
- Schönhammer, R. (1997): Psychologie von Verkehr und Mobilität. In: Dienel und H.-L.; Trischler, H. (Hrsg.): Geschichte der Zukunft des Verkehrs. Verkehrskonzepte von der Frühen Neuzeit bis zum 21. Jahrhundert. Deutsches Museum: Beiträge zur Historischen Verkehrsforschung. Frankfurt a.M., New York: Campus Verlag. S. 59-76.
- Schreurs, M. und Steuwer, S. (2015): Autonomous Driving – Political, Legal, Social, and Sustainability Dimensions. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 151-174.
- Schüll, E. (2015): Interdisziplinarität. In: Gerhold, L., Holtmannspötter, D., Neuhaus, C., Schüll, E., Schulz-Montag, B. Steinmüller, K. und Zweck, A. (Hrsg.): Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung. Ein Handbuch für Wissenschaft und Praxis. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

- Schütz, A. (1971): *Gesammelte Aufsätze*. Bd. 1: *Das Problem der sozialen Wirklichkeit*. Den Haag: Nijhoff.
- Schulz, M.; Mack, B. and Renn, O. (2012): *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft. Von der Konzeption bis zur Auswertung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schwanen, T. (2016): Rethinking resilience as capacity to endure: Automobility and the city. In: *City*. Vol. 20(1). S. 152-160.
- Schwanen, T., Banister, D. und Anable, J. (2012): Rethinking habits and their role in behaviour change: the case of low-carbon mobility. In: *Journal of Transport Geography* Vol. 24. S. 522-533.
- Shaw, J. und Hesse, M. (2010): Transport, geography and the ‘new‘ mobilities. In: *Transactions of the Institute of British Geographers*. Vol. 35(3). S. 305-312.
- Sheller, M. (2004): Automotive emotions feeling the car. In: *Theory, Culture & Society*. Vol. 21. S. 221-242.
- Sheller, M. and Urry, J. (2006): The new mobilities paradigm. In: *Environment and Planning A*. Vol. 38(2). S. 207–226.
- Shove, E. und Walker, G. (2010): Governing transitions in the transitions in the sustainability of everyday life. In: *Research Policy*. Vol. 39. S. 471-467.
- Siemens AG (2012): *The Green City Index. A summary of the Green City Index research series*. Online-Dokument, verfügbar unter http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/de/pdf/gci_report_summary.pdf Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Silberg, G., Wallace, R. und Matuszak, G. (2012): *Self-driving cars: The next revolution*. In: KPMG. Online-Dokument, verfügbar unter: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2015/07/self-driving-cars-talkbook.pdf> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Silicon Valley Autonomous Vehicle Enthusiasts (ohne Angabe): *Offizielle Webseite*. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.meetup.com/de/Silicon-Valley-Autonomous-Vehicle-Enthusiasts/>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Smith, A., Voß, J. P. und Grin, J. (2010): Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. In: *Research Policy*. Vol. 39 (4), S. 435–448.
- Smith, A., Voß, J.P. und Grin, J. (2010): Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. In: *Research Policy*. Vol. 39. S. 435–448.
- So, K., Orazem, P., und Otto, D. (2001): The Effects of Housing Prices, Wages, and Commuting Time on Joint Residential and Job Location Choices. In: *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 3(4). S. 1037–1048.

- Steg, L. (2005): Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. Positive Utility of Travel. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice. Vol. 39(2–3). S. 147–162.
- Steg, L., Vlek, C. und Slotegraaf, G. (2001): Instrumental-reasoned and symbolic-affective motives for using a motor car. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice. Vol. 4(3). S. 151–169.
- Stock, J. (2011): Eine Maschine wird Mensch? Von der Notwendigkeit, Technik als integralen Bestandteil sozialer Praktiken zu akzeptieren – Ein Theorie-Report. In: Technical University Technology Studies. Working Papers.
- Stotz, G. (2001): The Colonizing Vehicle. In: Miller, D. (Hrsg.): Car Cultures. Oxford: Berg Publishers. S. 223–243.
- Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 05. März 2003 (BGBl. I S. 310, 919), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 118 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044).
- Tashakkori, A. und Teddlie, C. (Hrsg.) (2003): Handbook of mixed methods in social and behavioral research. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Temple, J. (2012): Calif. gives driverless cars go-ahead. In: San Francisco Chronicle. Online-Dokument, verfügbar unter www.sfgate.com/technology/dotcommentary/article/Calif-gives-driverless-cars-go-ahead-3894339.php#page=1 Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Thrift, N. (2004): Driving in the City. In: Theory, Culture & Society. Vol. 21. S. 41–59.
- Thrun, S. (2010): What we’re driving at. In: Official Google Blog. Online-Dokument, verfügbar unter <http://googleblog.blogspot.de/2010/10/what-were-driving-at.html>. Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Trommer, S., Kolarova, V., Fraedrich, E., Kröger, L., Kickhöfer, B., Kuhnimhof, T., Lenz, B. und Phleps, P. (2016): Autonomous Driving - The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behaviour. Munich: ifmo technical report.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), Inland Transport Committee (1968): Convention on Road Traffic. Vienna. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/conventn/crt1968e.pdf> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Urry, J. (2004): The ‘System of Automobility’. In: Theory, Culture & Society. Vol. 21(4/5). S. 25–39.
- Verband der Automobilindustrie (VDA) (2015): Automatisierung. Von Fahrerassistenzsystemen zum automatisierten Fahren. Berlin: VDA.
- Verbong, G. und Geels, F. (2010): Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. In: Technological Forecasting and Social Change. Vol. 77(8). S. 1214–1221.

- Vergragt, P. J. und Szejnwald Brown, H. (2007): Sustainable mobility: from technological innovation to societal learning. In: Journal of Cleaner Production. Vol. 15. S. 1104-1115.
- Wachenfeld, W. und Winner, H. (2015): Die Freigabe des autonomen Fahrens. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 439-464.
- Wachenfeld, W., Winner, H., Gerdes, J.C., Lenz, B., Beiker, S., Fraedrich, E. und Winkle, T. (2015): Use-Cases des autonomen Fahrens. In: Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 9-37.
- Wagner, J., Baker, T., Goodin, G., und Maddox, J. (2014). Automated vehicles: Policy implications scoping study. Texas A&M Transportation Institute. Research Report SWUTC/14/600451-00029-1. Online-Dokument, verfügbar unter <http://d2dtl5nnlpfr0r.cloudfront.net/swutc.tamu.edu/publications/technicalreports/600451-00029-1.pdf> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Waite, G.R. und Harada, T. (2012): Driving, cities and changing climates. In: Urban Studies. Vol. 49(15). S. 3307-3325.
- Walker Smith, B. (2012): Automated Vehicles are Probably Legal in the United States. The Center for Internet and Society (CIS). Online-Dokument, verfügbar unter http://cyberlaw.stanford.edu/files/publication/files/2012-Smith-AutomatedVehiclesAreProbablyLegalInTheUS_0.pdf Letzter Zugriff am, 12.04.2017.
- Watson, M. (2012): How theories of practice can inform transition to a decarbonised transport. In: Journal of Transport Geography. Vol. 24. S. 488-496.
- Waytz, A., Heafner, J. und Epley, N. (2014): The mind in the machine: Anthropomorphism increases trust in an autonomous vehicle. In: Journal of Experimental Social Psychology. Vol. 52. S. 113–117.
- Wejnert, J. (2002): Integrating models of diffusion of innovations: a conceptual framework. In: Annual Review of Sociology. Vol. 28. S. 297-326.
- Welsh, J. (2012): On Future Cars, Will the Steering Wheel Be Optional? In: The Wall Street Journal. Online-Dokument, verfügbar unter <http://blogs.wsj.com/drivers-seat/2012/09/26/on-future-cars-will-the-steering-wheel-be-optional/?KEYWORDS=driverless+cars> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Winkle, T. (2015): Entwicklungs- und Freigabeprozess automatisierter Fahrzeuge: Berücksichtigung technischer, rechtlicher und ökonomischer Risiken. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 611-635.

- Winkle, T. (2015): Sicherheitspotenzial automatisierter Fahrzeuge: Erkenntnisse aus der Unfallforschung. In: Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 351-376.
- Winner, H. und Wachenfeld, W. (2015): Auswirkungen des autonomen Fahrens auf das Fahrzeugkonzept. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 265-286.
- Woisetschläger, D. (2015): Marktauswirkungen des automatisierten Fahrens. In: Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.) Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 709-732.
- Wolf, I. (2015): Wechselwirkung Mensch und autonomer Agent. In: Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. und Winner, H. (Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Vieweg. S. 103-126.
- Wüst, C. (2013): Fahren ohne Fahrer. In: Der Spiegel 5/13. Online-Dokument, verfügbar unter <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-90750488.html> Letzter Zugriff am 12.04.2017.
- Zetsche, D. (2015): Dr. Dieter Zetsche – Mercedes-Benz-Keynote 2015. International CES 05.01.2015. Online-Dokument, verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=cMmYFxe6O-I> Letzter Zugriff am 12.04.2017.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die Dissertation selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt habe. Ich habe die Dissertation an keiner anderen Universität eingereicht und besitze keinen Doktorgrad im Fach Geographie.

Die Promotionsordnung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin vom 03. August 2006, veröffentlicht im Amtlichen Mitteilungsblatt der Humboldt-Universität Nr. 34/2006, ist mir bekannt.

Berlin, 18. April 2017

Eva Fraedrich